

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»

*На правах рукописи*

**Шиков Юрий Алексеевич**

**Разработка методов повышения эффективности производственного  
менеджмента предприятий текстильной и легкой промышленности в  
условиях цифровой трансформации**

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Специальность: 5.2.6. «Менеджмент»

*Научный руководитель:*  
доктор технических наук, профессор  
Демидов Алексей Вячеславович

Санкт-Петербург  
2026 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Анализ направлений повышения эффективности производственного менеджмента предприятий отрасли в условиях цифровой трансформации.....	14
1.1 Актуальность диссертационного исследования .....	14
1.2 Анализ факторов, влияющих на эффективность производственного менеджмента промышленных предприятий отрасли.....	18
1.3 Проблемы и вызовы функционирования, развития и управления промышленными предприятиями отрасли в условиях цифровой трансформации .....	28
1.4 Основные направления повышения эффективности производственного менеджмента предприятий текстильной и легкой промышленности в условиях цифровой трансформации.....	35
1.5 Искусственный интеллект в цифровой трансформации производственного менеджмента и принятия управленческих решений.....	39
Выводы по первой главе .....	44
2. Метод производственного менеджмента и принятия решений в условиях цифровой трансформации на основе сетецентрического подхода и объективных данных .....	47
2.1 Анализ цифровых и информационных технологий для повышения эффективности производственного менеджмента.....	47
2.2 Производственный менеджмент на предприятиях текстильной и легкой промышленности на основе сетецентрического подхода.....	56
2.3 Разработка метода управления и принятия решений в условиях цифровой трансформации на основе сетецентрического подхода и объективных данных .....	72
Выводы по второй главе.....	81
3. Метод принятия управленческих решений в процессе информационно-аналитической поддержки управления производством на предприятиях текстильной и легкой промышленности.....	83
3.1 Разработка критериев эффективности производственного менеджмента и моделирование процессов управления на предприятиях отрасли.....	83
3.2 Цифровая трансформация производства на предприятиях текстильной и легкой промышленности .....	92

3.3 Метод принятия управленческих решений в процессе информационно-аналитической поддержки производственного менеджмента на предприятиях текстильной и легкой промышленности.....	97
3.4 Проектирование информационно-аналитической системы управления производством на предприятиях текстильной и легкой промышленности.....	104
Вывод по третьей главе .....	124
4. Анализ эффективности управления цифровой трансформацией предприятий отрасли, апробация и внедрение разработанных методов и моделей .....	127
4.1 Анализ эффективности производственного менеджмента в аспекте цифровой трансформации на предприятиях отрасли.....	127
4.2 Результаты апробации и внедрения методов повышения эффективности производственного менеджмента в условиях цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности .....	135
4.3 Особенности внедрения инноваций, цифровой трансформации и информатизации бизнес-процессов на предприятиях отрасли .....	140
4.4 Разработка рекомендаций по использованию информационно-аналитической системы поддержки принятия управленческих решений на предприятиях отрасли .	153
Выводы по четвертой главе .....	154
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	157
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	161
Приложение А. ....	184
Приложение Б.....	186
Приложение В. ....	187
Приложение Г.....	189

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность выбранной темы** обусловлена необходимостью развития производственного менеджмента в аспекте управления цифровой трансформацией производственных бизнес-процессов и включения в стратегическую повестку для большинства предприятий текстильной и легкой промышленности. Цифровизация является мощным инструментом по созданию оптимальных стратегий существования бизнеса, производственного менеджмента, принятия управленческих решений, что позволяет достичь современным компаниям устойчивого развития, с целью оптимизацией затрат на хозяйственную деятельность, создание новых продуктов, совершенствованию технического прогресса, а также улучшения общих тенденций, что зафиксировано в «Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года».

В настоящее время, компании, представленные на рынке России, стремятся организовать комплексный подход к преобразованиям стратегий, на основе применения современных методов и инструментов производственного менеджмента, стремятся построить свою деятельность так, чтобы прибыль увеличилась в несколько раз, в этом и заключается важность цифровой трансформации в современном мире. Так, в 2021 г. рынок цифровых технологий в мире, составил 65 млрд. долларов, при этом, аналитики Markets and Markets (фирма по исследованию рынка) прогнозируют рост технологий до 165 млрд. долларов к 2026 году [147]. С каждым годом возрастает необходимость цифрового взаимодействия, особенно для производственных компаний, предприятий в сфере логистики и маркетинга, а также промышленных предприятий текстильной и легкой промышленности. В рамках государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» реализуется федеральный проект «Развитие легкой и текстильной промышленности», который предусматривает и выделение субсидий на стимулирование спроса и повышение конкурентоспособности

российской промышленной продукции и на компенсацию части затрат на производство и реализацию пилотных партий средств производства потребителям. Цифровизация ускоряет создание и производство новых продуктов. Партнерские бизнес-модели в данном случае неустойчивы и имеют ограничения, в связи с тем, что цифровая инфраструктура по сей день соответствует потребностям промышленности.

Непосредственно руководство компаний ожидает, что цифровая трансформация повлияет на рост дохода, сократит издержки, повысит эффективность принимаемых управленческих решений и т.д. Безусловно, производственный менеджмент и процесс принятия решений становится основоположником кардинальных изменений бизнес-процессов и глубокого перестроения бизнес-моделей.

В диссертации решается научная задача по разработке, исследованию и внедрению новых методов и критериев повышения эффективности производственного менеджмента на основе применения сетцентрического подхода и информационно-аналитической системы принятия управленческих решений в процессе цифровой трансформации на предприятиях текстильной и лёгкой промышленности.

В этом ключе важным становится использования современных методов менеджмента и принятия решений, отвечающих требованиям, предъявляемым к цифровым системам управления на производстве. Так, применению цифровых технологий, интеллектуальных системах поддержки принятия решений, которые способны повлиять на экономический рост компаний, путем оптимизации издержек производства и упрощением доступа потребителей к товарам и услугам, посредством создания иных рынков и цифровых площадок.

**Степень научной разработанности темы исследования.** Изучением проблематикой совершенствования процессов управления производством занимались такие ученые, как: А. Смит, Ф. Тейлор, Г. Эмерсон.

Вопросы информационного обеспечения процесса управления и принятия решений освящаются в трудах ведущих западных и российских ученых. Среди

них можно назвать, например, И Ансоффа, А. Мескона, Р. Каплана, Ф. Котлера, Д. Нортон, А. Томпсона, А. Стрикленда, Р.А. Фатхутдинова, А.А. Большакова, А.И. Богданова и многих других.

Проблеме эффективности управления организацией, производственного менеджмента, методам ее анализа и оценки посвящены работы Л.А. Бернштейна, Б.А. Розерберга, А.В. Демидова, Н.Л. Гагулина, С.А. Кима, В.Я. Захарова, Е.В. Песоцкой [85,88], М.Н. Титовой и других.

Теория и практика мониторинга бизнес-процессов нашли отражение в трудах Т.В. Бердниковой, Г.В. Бушмелевой, О.Б. Вахрушевой, Е.В. Лапковской, Е.С. Масалитиной, Я.Н. Пащенко, Е.А. Куклиной производственного менеджмента и , В.И. Пименова, Н.Н. Рожкова и других.

Основные аспекты инновационного менеджмента были раскрыты в работах Г.Л. Азоева, М.М. Максимцева, Е.А. Куклиной [19,56], А.Г. Будрина, С.Ю. Ягудина, Г.А. Краюхина, Р.А. Фатхутдинова, Л.И. Абалкина, А.Г. Макарова, Л.Н. Никитиной, Е.М. Ильинской, К.В. Балдина, Е.А. Кретовой и других.

Можно выделить ряд работ, авторы которых внесли вклад в теоретическую базу исследования по представленной тематике. Козырева А.Н. определяет развитие цифровой экономики как научное направление, ориентированное на поиск на выявление причин объема процесса цифровизации и описывает исторический процесс данной проблематики, как становление на «цифровые рельсы».

Исследования авторов Зяблицкой Н.В. и Султыгова М.М. [18] опирается на важность цифровизации процессов управления. Авторы проводят анализ изменения общественных отношений в современных условиях развития новейших технологий и цифровизации промышленных предприятий.

Бобрышева А.Д. и Панова Е.С. описывают необходимые условия для промышленного производства с использованием инноваций. Они определяют, что успешное функционирование отечественной экономической системы возрастет с внедрением инновация, что также упростит процессы управления.

Проблемы и опыт внедрения сквозных цифровых технологий в промышленное производство были рассмотрены в трудах: Соловьевой И.А., Шаблакова А.Д., Акбердиной В.В., Пьянковой С.Г. [8, с. 292-309], Борисовой В.В., Дёмкиной О.В., Савина А.В. [21 с. 294-297], Ештокина С.В. [47 с. 1301-1314], Абдрахмановой Г.И., Вишневого К.О., Гохберга Л.М., Юрьевой Л.В., Долженковой Е.В. [104], Тебекина А.В., Тебекина П.А., Егоровой А.А. [119 с. 3-18], Токаревой М.С., Вишневого К.О., Чихуна Л.П. [121 с. 62-78], Шабалкиной А.А., Шаблакова А.Д. [35] и многих других.

Рассматривая публикации исследователей и производителей в отечественной и зарубежной литературе, в аспекте использования западного опыта реализации менеджмента в «цифровой промышленности» можно сделать вывод, что он не всегда применим в российских условиях санкционного давления и ограничений для предприятий текстильной и легкой промышленности.

**Актуальность исследования определяется существованием:**

- проблемы обеспечения высокой эффективности производственного менеджмента промышленных предприятий текстильной и легкой промышленности за счет цифровой трансформации производства;
- сложности принятия управленческих решений на основе объективных данных с использованием информационных технологий и сетецентрического подхода.

**Объект исследования** – совокупность направлений совершенствования производственного менеджмента и принятия управленческих решений на основе использования инструментов цифровой трансформации на предприятиях текстильной и легкой промышленности.

**Предмет исследования** – методы, модели и инструменты производственного менеджмента и принятия управленческих решений в процессе цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности.

**Цель исследования заключается** в исследовании и разработке методов и критериев повышения эффективности производственного менеджмента

предприятий текстильной и легкой промышленности в контексте цифровой трансформации, обеспечивающих мониторинг и управление производственными процессами и эффективное управление ресурсами.

**Для достижения поставленной цели выдвигается ряд задач:**

- конкретизировать теоретические аспекты методов принятия решений и производственного менеджмента промышленного предприятия в контексте цифровой трансформации, исследовать существующие факторы, влияющие на эффективность управленческих решений промышленных предприятий отрасли;
- формализовать и исследовать современные направления к повышению эффективности производственного менеджмента и функционирования предприятий текстильной и легкой промышленности в процессе цифровой трансформации;
- разработать методы повышения эффективности производственного менеджмента предприятий отрасли на основе сетецентрического подхода, DEA-моделирования и анализа объективных данных;
- разработать критерии эффективности производственного менеджмента на предприятиях отрасли в процессе цифровой трансформации;
- обосновать необходимость применения методов инновационного менеджмента при реализации ресурсосберегающих и экологических систем на основе производства ПЭТ-волокон из переработанного пластика;
- разработать методы производственного менеджмента на предприятиях отрасли на основе моделирования и оптимизации плана выпуска швейной продукции по критерию максимума прибыли;
- спроектировать информационно-аналитическую систему принятия управленческих решений управления производством на основе анализа объективных данных на предприятиях легкой промышленности;

- разработать метод принятия управленческих решений в процессе информационно-аналитической поддержки управления производством на основе мониторинга и анализа поступающей информации;
- разработать рекомендации по экспертной оценки результативности производственного менеджмента в аспекте цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности;
- разработать, внедрить и дать рекомендации к использованию программы для ЭВМ «Программный комплекс мониторинга и цифрового управления оборудованием промышленного предприятия».

### **Положения, выносимые на защиту:**

**1. Метод управления и принятия управленческих решений в текстильной и легкой промышленности на основе сетецентрического подхода и объективных данных.**

Метод определяет производственный менеджмент для повышения эффективности принятия управленческих решений на основе сетецентрического подхода и объективных данных на предприятиях текстильной и легкой промышленности.

Отличие данного научного результата от известных типовых сетевых принципов заключается в централизации структур предприятия путем использования всей имеемой информации для поддержания актуального состояния всей системы управления и применении сетецентрического подхода к управлению производственными процессами на предприятиях отрасли за счет сбора, анализа и использования объективных данных от различных источников и систем (ERP, MES, OLAP, SCADA и др.) с применением интеллектуальных технологий, облачных сервисов и промышленного интернета вещей.

**2. Метод и критерии оценки эффективности производственного менеджмента в процессе цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности на основе DEA-моделирования с применением нечеткой кластеризации.**

Метод определяет порядок и организацию процесса оценки эффективности производственного менеджмента в процессе цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности на основе DEA-моделирования с применением нечеткой кластеризации.

Отличие данного научного результата от известных подходов заключается в применении и доработке DEA-моделирования математическим аппаратом нечеткой кластеризации предприятий отрасли, позволяющем максимально учитывать сложность цепочек создания ценности в текстильной и легкой промышленности, в том числе за счет подвижности параметров входящих ресурсов.

### **3. Метод принятия управленческих решений в процессе повышения эффективности производственного менеджмента на основе информационно-аналитической поддержки по вертикальным и горизонтальным связям.**

Метод определяет порядок проектирования, разработки и использования информационно-аналитической системы управления производством на предприятиях отрасли.

Отличие данного научного результата от известных подходов в существенном различии иерархического и матричного управления в части ситуационной осведомленности и гибкости алгоритмов объективизации данных на предприятиях отрасли.

**Диссертация соответствует паспорту научной специальности 5.2.6 «Менеджмент» пунктам: 5. Разработка теории и методов принятия решений в экономических и социальных системах. Системы искусственного интеллекта для поддержки принятия управленческих решений. 6. Методы и критерии оценки эффективности систем управления. Управление по результатам. 10. Проектирование систем управления организациями. Бизнес-процессы: методология построения и модели оптимизации. Сетевые модели организации. Информационно-аналитическое обеспечение управления организациями.**

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в решении задачи повышения эффективности производственного менеджмента в процессе цифровой трансформации на основе разработанных методов управления и принятия управленческих решений на предприятиях текстильной и легкой промышленности с использованием сетецентрического подхода и инструментов анализа эффективности цифровизации на предприятиях отрасли на основе DEA моделирования (Data Envelopment Analysis), что существенно увеличивает качество менеджмента и эффективность принятия управленческих решений.

**1. Научная новизна метода управления и принятия управленческих решений на предприятиях текстильной и легкой промышленности на основе сетецентрического подхода и объективных данных** заключается в формализации понятия сетецентрического подхода и выявлении потенциала использования объективных данных в целях повышения эффективности управления бизнес-процессами на предприятиях текстильной и легкой промышленности.

**2. Научная новизна второго научного результата.** Предложены новые метод, критерии и модели оценки эффективности производственного менеджмента в процессе цифровой трансформации на предприятиях отрасли на основе DEA-моделирования с применением нечеткой кластеризации, учитывающей формализованные методы и процедуры оценки эффективности цифровой трансформации производства на предприятиях отрасли.

**3. Научная новизна метода принятия управленческих решений в процессе информационно-аналитической поддержки управления производством по вертикальным и горизонтальным связям на предприятиях текстильной и легкой промышленности** заключается в применении метода системного анализа для решения задач проектирования, разработки и использования информационно-аналитической системы производственного менеджмента на предприятиях отрасли в аспекте ситуационной осведомленности и гибкости алгоритмов объективизации данных.

Разработаны и обоснованы инструменты локальной информационно-аналитической системы для повышения эффективности принятия управленческих решений предприятий текстильной и легкой промышленности в условиях цифровой трансформации.

**Теоретическая значимость диссертационного исследования** заключается в уточнении теоретических основ производственного менеджмента на предприятиях текстильной и легкой промышленности и принятия управленческих решений на основе сетецентрического подхода и объективных данных в процессе цифровой трансформации с учетом отраслевой специфики деятельности предприятий легкой и текстильной промышленности и авторской формулировке понятия «сетецентрический подход» в производственном менеджменте.

**Практическая значимость диссертационного исследования** определяется прикладной направленностью основных положений диссертации, обоснованных в работе методов, критериев и моделей производственного менеджмента и принятия управленческих решений на предприятиях отрасли в процессе цифровой трансформации, доведенные до внедрения и программной реализации.

**Методы исследований:** системный и математико-статистический анализ, теория информации, методы линейного и динамического программирования, экспертных систем, методы оптимизации, проектирования информационных систем, моделирования и планирования экспериментов.

**Достоверность** положений и результатов исследования обеспечена: системным подходом и математическим анализом решения задач управления и принятия решений на предприятиях отрасли; применением апробированных методов, критериев и моделей; корректным использованием математических методов оптимизации, линейного программирования; внедрением полученных результатов в ходе диссертационного исследования в производственный процесс ряда предприятий текстильной и легкой промышленности.

**Личный вклад** автора заключается в выявлении решаемой проблемы и обосновании целесообразного подхода к ее решению, в постановке частных задач исследования, в разработке всех вынесенных на защиту научных результатов, в организации и личном участии во всех представленных в диссертации экспериментальных исследованиях, подготовке публикаций в рецензируемых журналах и докладах на научно-методических конференциях.

**Апробация** и внедрение результатов диссертационной работы прошла на предприятиях легкой промышленности Научно-производственное предприятие «АНА», АО «Салют», ООО «ПКФ «Петро-Васт», ООО «Системный код» и др. Акты внедрения и справки о практическом применении результатов исследования приведены в приложении к диссертации. Результаты исследования докладывались на десяти научно-практических конференциях.

**Публикации.** По материалам диссертационного исследования опубликовано 34 статьи (в том числе 5 статей в МБЦ Scopus, 6 статей из перечня изданий, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации при защите диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора экономических наук). Одно учебно-методическое пособие и два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, 10 материалов докладов на международных и региональных научных и научно-методических конференциях.

**Структура и объем диссертационной работы** определены логикой, целью и задачами исследования. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Основной текст диссертации изложен на 192 страницах, содержит 23 таблицы, 41 рисунок, библиографический список содержит 190 источников, 4 приложения.

# **1. Анализ направлений повышения эффективности производственного менеджмента предприятий отрасли в условиях цифровой трансформации**

## **1.1 Актуальность диссертационного исследования**

Анализ направлений повышения эффективности производственного менеджмента предприятий легкой и текстильной промышленности в условиях цифровой трансформации необходим для повышения объемов производства, обеспечения конкурентоспособности и успешного функционирования предприятий в целом.

Производство представляет собой создание тех или иных благ с помощью использования ресурсов и их преобразование в иной продукт необходимый для потребителей. Производство достигается путем эксплуатации таких факторов, как капитал предприятия, труд сотрудников и сами ресурсы. Так, труд воспроизводится человеком, а блага, которые создаются в ходе реализации этого процесса – результатом такого воспроизведения [135, с. 421]. С точки зрения теории общественного производства, все процессы, которые протекают в ходе такого производства, являются следствием проявления наемным рабочим трудовой активности. При этом специфика происходящих в общественном производстве процессов управления и принятия решений зависит от формации общества.

Рассматривая данную точку зрения, нельзя не отметить тот факт, что в современных условиях она не может являться обоснованной и реалистичной, поскольку не учитывает множество аспектов современного общественного производства. К таким аспектам можно отнести сохранение деловой репутации, конкурентоспособности предприятий, финансовая стабильность и другие. В связи с этим более целесообразно придерживаться неоклассической теории общественного производства в ходе научных изысканий. Сущность неоклассической теории впоследствии была дополнена в связи с осуществлением новейших исследований такими факторами развития

производства, как инвестиции и инновации, предпринимательские способности, формирование нематериальных благ, наряду с производством непосредственно материальных благ, получением соответствующих результатов, ради чего и было создано предприятие.

Следуя дополненной теории и схеме, можно сказать, что промышленное производство – это категория общественного производства, которое направлено на создание материальных и нематериальных благ, потребляемых обществом [134]. Для того, чтобы организовать промышленное производство, недостаточно обладать базовыми навыками и предусмотреть базовые факторы развития производства. Немаловажно также обладание информацией, а в некоторых случаях обладание информацией даже важнее всех других факторов, предпринимательский талант, доступ к материальным ресурсам, необходимый капитал или возможность финансово обеспечить управление предприятием, производственный процесс, и персонал, способный создавать продукт, который впоследствии будет актуален для потребителей.

Многие исследователи выделяют ряд принципов или законов производства, которые необходимо соблюдать и являются, по мнению авторов, универсальными. Так, М.А. Постолова и Н.Л. Грязнова говорят о структурных законах и процессных [98]. К структурным относятся такие законы, как композиция, онтогенез, пропорциональность и закон наименьших (закон структурной устойчивости). К процессным законам указанные исследователи относят синергию, информационную упорядоченность, единство анализа и синтеза. Не отрицая целесообразность сформулированных М.А. Постоловой и Н.Л. Грязновой законов, В.И. Гавренкова и А.И. Козловская указывают на необходимость в большей степени ориентироваться на нормативное правовое регулирование, принятое в государстве, чем на законы философии, хотя и не отрицают их важность [98].

Из изложенного можно сделать вывод о том, что управление промышленным предприятием должно основываться на принципах целесообразности, легитимности, соответствия документации

соответствующему порядку, установленному действующим законодательством, а также соответствия результатов промышленного производства нуждам целевых потребителей. Таким образом, промышленное производство – это целенаправленный процесс, соответствующий вышеизложенным принципам и законам, формирующий материальные и нематериальные блага, соответствующие ожиданиям и нуждам потребителей.

Безусловно для того, чтобы соответствовать всем требованиям и соблюдать все принципы, промышленному предприятию необходимо развиваться. В частности, на развитие промышленности, на модернизацию производства и цифровую трансформацию направлена в настоящее время политика Российской Федерации. Промышленная политика позволяет определять не только направления развития, но и формировать отношения как между субъектами хозяйствования, так и между ними и органами власти. Кроме того, рассматривая возможности промышленной политики, необходимо обозначить, что в настоящее время происходит сокращение диспропорций в структурном отношении в области промышленного производства. Именно поэтому требуется формирование инновационных форм менеджмента, хозяйствования, которые являются более конкурентоспособными, чем традиционные. В этом отношении наибольшим потенциалом обладают платформенные решения, которые способны формировать и поддерживать различные управленческие решения, оказывающие непосредственное влияние на динамику производства, финансовую устойчивость и др. [147, с. 511]. Управление совершенствованием на предприятии обусловленное переходом к цифровизации способствует повышению значимости предприятия. Государство стремится содействию в новых технологических разработках.

«В рамках Национальной технологической инициативы (НТИ) сквозные технологии были определены как научно-технические показатели, оказывающие прямое влияние на деятельность рынков. По сути же, к сквозным относятся те технологии, которые одновременно охватывают несколько трендов или отраслей» [154]. Государство определило направления и этапы развития нашей

страны вплоть до 2030 г [102], в данные этапы вошли мероприятия, связанные с деятельностью промышленных предприятий:

- Сквозные цифровые технологии.
- Квантовые вычисления.
- Искусственный интеллект.
- Новое программное обеспечение.
- И др. [109]

Цифровизация оказывает влияние на функционирование промышленного сектора, стоит, прежде всего, обратить внимание на то, что на данном этапе использование максимального потенциала сквозных технологий не представляется возможным в силу нескольких причин.

В первую очередь, в рамках цифрового развития должны принимать участие, как минимум, две стороны: хозяйствующий субъект и государство, в условиях развитой инфраструктуры и соответствующего финансирования разработки и внедрения инновационных проектов [15]. Эксперты в области современных технологий все чаще фокусируются на концепции «Индустрии 4.0», в которой Интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект (AI) проникают во все аспекты управления и принятия решений. Тем не менее, для того чтобы компьютеры могли оказывать помощь людям в их повседневной жизни, необходимо осуществить переход к цифровой реальности. Этот процесс называется цифровизацией.

Цифровая трансформация — это не просто модное слово в бизнес-среде. Это реальная возможность улучшить эффективность процессов и уменьшить убытки. Когда собственники и менеджеры осознают, что традиционные способы учета и управления больше не актуальны, цифровизация становится важным элементом для развития и приобретения конкурентных преимуществ. В процессе управления производством могут возникать ситуации, когда задержки в поставках оборудования или материалов негативно влияют на весь бизнес. Это может привести к сдвигу сроков на несколько дней, месяцев или даже дольше. Задержки и простои, в свою очередь, могут вызвать значительные финансовые

убытки. Чтобы избежать таких ситуаций и оптимизировать процессы, включая управление персоналом и закупками, необходимо внедрять современные технологии для сбора данных и автоматической идентификации объектов.

На сегодняшний день государство в большей степени предоставляет организационно-методологическую поддержку бизнеса при работе с цифровыми технологиями, что должно повлечь симбиоз инициатив субъектов и деятельности государства. Уже сейчас предприятия могут внедрять инновации цифрового характера, при указанной поддержке, поскольку имеются управленческие и технологические задачи, которые могут реализовываться на данном этапе цифровизации.

## **1.2 Анализ факторов, влияющих на эффективность производственного менеджмента промышленных предприятий отрасли**

В менеджменте рассматривается два основных подхода жесткий и мягкий. Какие-либо универсальные подходы отсутствуют, а сочетание этих подходов существенного улучшения не дает. Если жесткий подход использует регламенты и количественные параметры в управлении, то мягкий ориентирован на мотивированной работе в одной команде и учете интересов сотрудников при принятии управленческих решений. «При таком технократическом подходе управленческие решения подчинены прежде всего интересам производства (выполнение производственного плана, сокращение издержек производства, максимизация выпуска продукции и т.п.).»

Важнейшей целью организации является ее эффективность, т.е. способность к превышению доходов над расходами» [106]. Но результатом эффективности может быть и степень достижения поставленной цели.

Требуется создание не универсального, а применение гибкого подхода (Agile) в менеджменте, который позволил бы реализовывать все функции управления с заданной эффективностью, сочетать корпоративные и личные интересы сотрудников. Это сложнейшая задача, практически с

взаимоисключающими управленческими решениями, т.е. невозможно добиться результата, если одновременно нажимать педали газа и тормоза.

Реализация нового гибкого подхода требует специального разбиения управленческих решений на категории и формирование различных уровней и степеней учета корпоративных интересов с обеспечением максимальной мотивации, заинтересованности персонала и складывающихся внешней и внутренней ситуации на предприятии.

Гибкий подход в менеджменте подразумевает постоянную работу с изменениями и работу как с заказчиками, так и со своей командой сотрудников-единомышленников для достижения максимального результата.

Цифровые технологии в деятельности промышленных компаний предполагают разработку и реализацию комплекса мероприятий, направленных на совершенствование всех бизнес-процессов, стимулирование НИОКР в области автоматизации и информатизации производства, формирования работоспособных экосистем и т.д.

В этом смысле большое значение имеет ресурсная составляющая предприятия, поскольку именно ресурсы, которыми предприятие располагает или может располагать, являются базой как для прогнозирования деятельности, так и для развития, в том числе при использовании высокотехнологичных решений. Политика государства в сфере производства позволяет контролировать финансовые потоки, поступающие на предприятия по различным договорам и контрактам, производить оценку конкурентоспособности компаний, вести анализ импортозамещения в условиях ограничений и санкций западных стран.

В связи с этим государственная политика важна для деятельности предприятий на современном этапе, это подтверждается перспективами развития и стимулированием цифровой трансформации производства.

Направления совершенствования деятельности предприятий легкой и текстильной промышленности базируются на стратегиях, которые предвидят переход к цифровой деятельности, в помощь которым идут научно-технические разработки для новых инновационных решений. Так, эффективность

направлений развития определяется совершенствованием предложенных технологий и разработкой цифровых.

С этим связаны угрозы, вызовы и возможности, характерные для каждого промышленного предприятия, при этом предприятия стремятся оптимизировать их путем цифровизации всех видов деятельности. Принимая во внимание эти факторы, необходимо более детально рассмотреть теоретические направления учета и анализа данных проблем с точки зрения совершенствования производства.

Факторы эффективности управления, как правило, могут быть внешними и зависеть исключительно от внешних аспектов, и внутренними и находиться в сфере управления самого предприятия. А также классифицироваться по направлениям реализации: социально-экономические, организационные или технические. Цифровизация и цифровая трансформация относятся к техническим факторам эффективности.

Условие выполнения фактора эффективности – это задача, показывающая отношение заданного результата к затратам. Условие, это такая система мер, показывающая исход определенного события, формирующего становление факторов/событий. Таким образом, «условие фактора эффективности» является одной из характеристик эффективности предприятия, обозначающих состояние предприятия в соответствующей среде. Условие может рассматриваться как характеристика, сформированная внешней и внутренней средами, в которых предприятие функционирует и осуществляет эффективную деятельность.

В свою очередь, факторы эффективности менеджмента являются движущей силой изменений, которые могут происходить как во внутренней, так и во внешней среде. Отсюда можно заключить, что условия как характеристики предприятия, оказывают влияние на процессы, происходящие в производственном отношении, посредством факторов.

Эти факторы, как причины происходящих процессов, являются определяющими в отношении направленности влияния, которое производится

условиями, и в связи с этим могут как способствовать изменениям, так и быть причиной регресса управления производственной деятельностью предприятия.

Если рассматривать классификацию условий и факторов, то можно отметить разнообразие подходов к их дифференциации. Так, например, ряд российских и зарубежных ученых демонстрируют следующие подходы к классификации:

- функциональный – в рамках этого подхода ученые рассматривают условия и факторы с точки зрения их функций, которые наличествуют на предприятии, а именно экономические, управленческие и другие;
- средовой – данный подход подразумевает, что условия и факторы можно дифференцировать по их расположению в среде, внешней или внутренней;
- факторный – данный подход предполагает, что эффективность производственной деятельности предприятия зависит только от направленности действия факторов как причины происходящих изменений на предприятии;
- физический подход классифицирует условия и факторы по направленности и силе влияния. Этом смысле физический подход включает положения факторного подхода.

Представляется, что средовые условия оказывают влияние на эффективность производственного менеджмента, в зависимости от нахождения предприятия в этой среде. Можно различать микросреду, мезо–среду и макросреду, в рамках которых классифицируются и сами изменения, на все бизнес-процессы производственного, технологического, политического, экономического, социального, экологического и правового типов. Именно эти изменения обеспечиваются влиянием, в свою очередь, факторов.

В процессе анализа изменений, следует особенно выделить правовой тип, поскольку специфика деятельности предприятия предполагает соответствие законодательству, в первую очередь, и уже потом – всем остальным условиям и требованиям, предъявляемым к производственной деятельности промышленного предприятия. Стоит отметить постоянные изменения в

законодательстве в Российской Федерации, что означает, безусловно, и внесение изменений во все процессы предприятий [1].

Особое место занимают изменения экологического типа, здесь необходимо отметить, что в отношении данных процессов предприятие должно ориентироваться на тот уровень потенциального опасного влияния на окружающую среду, который предполагается в ходе осуществления производства. Поэтому важно осуществлять в рамках экологических процессов прогнозирование и производить мониторинг влияния деятельности предприятия на окружающую среду с учетом процессов, связанных с цифровой трансформацией производства.

Средовое влияние факторов и условий можно рассматривать с точки зрения влияния сред на деятельность предприятий. Так, микросреда оказывает воздействие изнутри, макросреда – с внешней границы, но также стоит учитывать влияние мезо–среды, а именно – взаимодействие с другими предприятиями отрасли и в целом с представителями бизнеса различных направлений, например, с контрагентами.

В этом аспекте интересен опыт Китая, который всемерно поддерживает текстильную и легкую промышленность на государственном уровне как значимую для страны отрасль. Создаются вертикально интегрированные отраслевые кластеры, в которые включены добывающие сырьевые предприятия, перерабатывающие текстильные и швейные объединения, торговые и транспортные организации, банки и учебные заведения различных уровней подготовки персонала для отрасли.

Результаты говорят сами за себя – это почти 30% мирового рынка продукции текстильной и легкой промышленности. Большое значение имеет конкурентоспособность предприятия, т.е. чем выше ее уровень, тем устойчивее предприятие на рынке и тем более положительные прогнозы можно формулировать для конкретного предприятия в будущем.

Конкурентная борьба является одним из наиболее прогрессивных двигателей производства, поскольку позволяет развивать предприятие, в целях

повышения не только эффективности, но и деловой репутации и других элементов деятельности предприятия, обуславливающих его конкурентное положение на рынке. Действительно, как и где конкурировать если зарплата, оборудование, налоги, уровень цен на сырье и аренду помещений практически одинаковые.

Именно от степени эффективности производства, степени автоматизации и цифровизации зависит конкурентоспособность предприятия. И здесь очень важно не стать аутсайдером. Анализ успешных предприятий и лидеров отрасли показывает важность и необходимость первоочередного внедрения цифровых технологий и инноваций. Управление с ориентацией на опыт и результаты лидеров отрасли важен для сокращения сроков цифровой трансформации и её эффективности. В этом состоит одна из задач настоящего диссертационного исследования.

В связи с увеличивающимися масштабами цифровизации предприятий конкурентная борьба становится еще напряженнее, поскольку, как можно заметить, цифровые технологии развиваются быстрыми темпами и требуют серьезных затрат и подготовки.

Поэтому использование новейших технологий, особенно в сочетании с высокой квалификацией сотрудников, направленности деятельности на потребителя, на создание иных материальных и нематериальных результатов, позволяет осуществлять предприятию эффективную деятельность и быть финансово устойчивым [35].

Конкурентоспособность представляет собой способность предприятия участвовать в конкурентной борьбе и в некоторой степени даже превосходить другие предприятия этой же отрасли (сферы деятельности) как в качестве продукта, так и в распределении и использовании ресурсов, в том числе и таких, которые оказываются недоступными для других предприятий, либо части ресурсов, являющихся собственной разработкой предприятия и составляющих его коммерческую тайну (например, технология производства, использование цифровых технологий в другом, нетрадиционном качестве и т.д.).

«Одним из важнейших факторов успешности предприятий отрасли является использование инноваций, как продуктовых, так и инновационного менеджмента. В рамках представленного исследования обоснована необходимость применения инновационного менеджмента при реализации ресурсосберегающих и экологических производственных систем на основе производства ПЭТ-волокон из переработанного пластика и нетканых полотен на их основе, реализация данного метода позволило в ООО «ПКФ «Петро-Васт» повысить эффективность и снизить себестоимость для предприятий легкой промышленности, производство только лишь полиэфирного волокна, размер валовой прибыли составит 8%, в то время как производство флекса позволит нарастить данный показатель до 30%, что составляет значительно выше средних значений по отрасли» [159,162,164].

«Одним из самых перспективных направлений использования химических волокон является добавление их к натуральным для синергетического соединения их преимуществ и получения новых видов тканей с новыми свойствами для различных областей применения. Появляется целое направление в производстве инновационной продукции так называемого «умного текстиля», эко-тканей и биозащитного текстиля. До последнего времени полимеры считались лишь дешевыми заменителями дефицитного природного сырья хлопка, шелка, шерсти» [159,162,164]. Однако полимеры и химические волокна на их основе подчас лучше традиционно используемых природных материалов они легче, прочнее, более жаростойки, способны работать в агрессивных средах.

«Решена задача разработки производственного менеджмента, включающего алгоритм и математическую модель, которые на основе анализа необходимых параметров позволяют определять процентное соотношение химических и натуральных волокон в смесовых тканях и текстильных материалах. Было важно разработать критерии, по которым можно определить значимость соответствующих свойств в тех или иных изделиях и универсальную математическую модель, позволяющую найти оптимальное соотношение компонентов в конкретном изделии. Сейчас это решается эмпирическим путем с

преобладанием маркетинговых данных при необходимости иметь низкие цены. Разрабатываемая модель должна существенно сократить время и усилия для создания новых инновационных текстильных материалов с требуемыми свойствами» [159,162,164].

Текстильное производство является важнейшим направлением отрасли и требует значительных инвестиций в науку и развитие для обеспечения потребностей населения.

«Текстильное производство становится все более наукоемким. Востребованы высокоэффективные промышленные предприятия, широко использующие прогрессивные технологии, разрабатывающие современные материалы и ткани. Использование химического волокна позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции, получить прекрасный источник недорогого и качественного сырья, изготавливать изделия с необходимыми потребительскими свойствами высокого качества по конкурентным ценам.

Предложенный инновационный метод и математическая модель могут быть рекомендованы для практического использования предприятиями текстильной и легкой промышленности как инновационный менеджмент при разработке и производстве смесовых текстильных материалов» [159,162,164].

Производство химических волокон востребовано как в России, так и во всем мире. Продукция характеризуется высокой рентабельностью и достаточно низкой себестоимостью.

Качественные показатели, как правило, определяются и оцениваются субъективно с привлечением экспертов и содержат отдельные показатели - категории, для описания которых используется порядковая или номинальная шкала категорий. Некоторые атрибуты качественных показателей формализованы в виде количественных показателей, но часто они фиксируются и анализируются экспертным путем. Процесс оценки управленческого решения неразрывно связан с определением параметров, которые могут быть измерены.

Современные подходы к качеству оценивания имеют в своем распоряжении широкий арсенал измерительных инструментов, среди которых

особенно выделяются прикладной статистический анализ данных, методы экспертных оценок, а также, кроме того, более сложные методы интеллектуального анализа данных, такие как нейронные сети, методы машинного обучения и т.д. [181].

Инновации, как правило, направлены на удовлетворение потребностей, которые возникают обычно в процессе производственной деятельности. Как правило, они являются долгосрочными, за исключением некоторых взаимодействий, которые, в силу специфики, являются краткосрочными. Инновационный менеджмент характеризуется необходимостью межфирменного сотрудничества как необходимого элемента конкурентоспособности компаний.

В настоящее время на повестке дня стоят вопросы проведения «оценки инновационного потенциала промышленных предприятий в различных отраслях промышленности и народного хозяйства. Требуется проверенные и надежные технологии повышения эффективности всех бизнес-процессов промышленных предприятий. Одним из направлений исследования стало повышение эффективности функционирования промышленных предприятий отрасли на основе интеграции методологий бережливого производства и шесть сигм» [157].

«Применение бережливого производства в сочетании с методологией «шесть сигм» позволяет оптимизировать технологические и производственные циклы основных бизнес-процессов с достижением максимальной отдачи от вложенных инвестиций, за счет обеспечения высокого качества произведенного продукта, на фоне минимизации уровня брака и дефектов. Достижение указанных целей достигается за счет применения инструментария, основанного специально разработанных принципов управления, а также методов математического и статистического анализа и моделирования» [157].

В рамках настоящего исследования по использованию инновационного менеджмента разработаны рекомендации по улучшению «маркетинговой деятельности малых предприятий:

- Повышение эффективности производства за счет снижения издержек, автоматизации, робототехники, увеличения количества рабочих смен и загрузки основного технологического оборудования.

- Сокращение, закрытие, передача на аутсорсинг или репрофилирование неэффективных или убыточных участков.

- Улучшение финансового состояния предприятия за счет снижения накладных расходов, непрофильных издержек, использования более дешевого сырья и расходных материалов.

- Улучшение использования человеческих ресурсов за счет сокращения числа работников, повышения их квалификации и эффективности.

- Снижение транспортных расходов за счет оптимизации логистических операций.

- Повышение эффективности работы с клиентами, как существующими, так и потенциальными. Разработка системы скидок для фирм-партнеров и бонусов для представителей клиентов, приобретающих продукцию.

- Повышение качества, расширение ассортимента предоставляемых товаров и услуг на основе изучения спроса и проведенных маркетинговых исследований.

- Внедрение современных методов организации продаж за счет использования передовых интернет-технологий, эффективных систем скидок, гибких форм расчетов, выгодных товарообменных операций; предоставление коммерческих и товарных кредитов, применение факторинга» [167].

К инновационному менеджменту следует отнести и внедрение современных цифровых технологий обучения и подготовки персонала. Исследования показали существенное повышение эффективности персонализированной подготовки персонала предприятий отрасли, особенно в период пандемии коронавирусной инфекции. Когда обучение проходило в онлайн формате и индивидуальным траекториям, когда на основе анализа компетенций определялось каких знаний, умений и навыков не хватает каждому сотруднику. Образовавшиеся темы и формировали персональный график обучения.

За время проведения исследования было замечено, что некоторые сотрудники не имеют плана собственного дальнейшего развития. Для них достаточно имеющегося заработка, их устраивает спектр выполняемых обязанностей, поэтому они не прилагают достаточных усилий для повышения уровня своей компетентности. Были случаи, когда на некоторых подобных сотрудников оказала влияние неожиданная задача из области, о которой они раньше не знали. Результаты выполнения этой задачи сподвигли их на более глубокое изучение соответствующей сферы, а затем и придали толчок из росту внутри компании [168].

В современном мире ресурсами и элементами в совершенствовании производства предприятия, становятся инновационные, цифровые и информационные факторы, поскольку информация обычно лежит в основе любых принимаемых управленческих решений, обуславливает разработку и применение инноваций, способствующих модернизации производства.

Важно отметить такой фактор, как предпринимательская инициатива, которая является ключевым элементом повышения эффективности и в целом развития промышленного предприятия, поскольку основывается на творческом подходе и креативности к ведению бизнеса. Это означает вероятность и необходимость использования нетривиальных решений при подходе к инновационному развитию предприятия [9].

При адаптации к внешним условиям промышленных предприятий отрасли, следует уточнить, что в большинстве случаев речь идет о соответствии современным вызовам, сформированным цифровой трансформацией.

### **1.3 Проблемы и вызовы функционирования, развития и управления промышленными предприятиями отрасли в условиях цифровой трансформации**

Анализ внедрения искусственного интеллекта и цифровых технологий в экономику и, в частности, в промышленное производство, показывает, что информационные и цифровые технологии, повышая конкурентоспособность, масштабируют возможности предприятия, позволяя расширять, в том числе,

принятия решений. На основе цифровых технологий должны разрабатываться методы управления предприятием и принятия решений на основе объективных данных, причем это необходимо как в локальном, так и региональном смысле. Если предприятие до сих пор не использует цифровые технологии, либо использует в ограниченном объеме, этот субъект, как правило, неконкурентоспособен. Государство стремится поддержать деятельность промышленных компаний. Создаются целевые программы, способствующие повышению эффективности деятельности компаний, стремящихся к переходу на инновационные сквозные цифровые технологии.

При внедрении инноваций и технологий искусственного интеллекта в управление предприятиями отрасли, следует отметить, что такие изменения приводят к трансформации и социально-экономических отношений, поскольку затрагивают практически все происходящие процессы в обществе.

«Указ «О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года», выделяет следующие направления развития [2]:

- а) сохранение здоровья и благополучия населения страны;
- б) развитие новых талантов;
- в) обеспечение комфортной, безопасной среда для жизни населения;
- г) достойный труд и предпринимательство;
- д) цифровая трансформация» [2].

Работа над данными направлениями важна для государства, принятый документ позволяет предприятиям легкой и текстильной промышленности пользоваться данными мерами поддержки и совершенствовать свое производство, ведь Российская Федерация готова поддержать и помочь в реализации инновационной трансформации. Например, приостановка работы некоторых промышленных предприятий в период COVID-19 дала возможность осуществить реинжиниринг многих бизнес-процессов, в т.ч. технологических.

Цифровые технологии широко внедряются во всем мире и занимают особое место в производственном менеджменте. Данные по степени значимости цифровых технологий представлены на рисунке 1.1.

Ранг	Технологии	Направления	Индекс значимости
1	Промышленные роботы		1,00
2	Искусственный интеллект		0,86
3	Машинное обучение		0,68
4	Цифровое прототипирование		0,56
5	Сенсорика		0,42
6	Беспроводная связь WLAN, PAN, RFID		0,30
7	Блокчейн		0,21
8	Большие данные		0,20
9	Виртуальная и дополненная реальность		0,12
10	Товар как услуга (Product-as-a-Service)		0,09
11	Компьютерное зрение		0,03
12	Смарт-контракты		0,03
13	Промышленный интернет вещей		0,03
14	Цифровой двойник		0,02
15	Умные фабрики		0,01

Рисунок 1.1 - Цифровые технологии по степени значимости  
 Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ

Необходимо отметить, что введенные в сторону Российской Федерации санкции повлияли на сокращение оборота сырья и доступа к технологиям, это дало отечественным предприятиям преимущества с целью создания своего продукта, что помогло достаточно быстро занять свободную нишу. «Совершенствованию производства предприятий легкой и текстильной промышленности помогают государственные программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», «Развитие легкой и текстильной промышленности» [16].

С учетом ухода из России западных производителей, планируется значительный рост отечественного производства (Таблица 1.1).

Таблица 1.1 - Динамика производства (базовый сценарий), 2023–2026 гг., в % к предыдущему году [16]

Деятельность	2023 г.	План		
		2024 год	2025 год	2026 год
Текстильное производство	0,8	4,0	3,8	3,7
Тканное производство	4,8	4,8	4,3	4,8
Кожаное производство	10,2	4,3	4,2	2,6

Государственной программой «Развития легкой и текстильной промышленности» предусматриваются бюджетные ассигнования с 2025 по 2030 годы в объеме 1380451 тыс. рублей в год. В среднем прогнозируется рост отрасли на 3-4% в год с учетом ограничений и санкций. Субсидии государства в отрасль в 2024 году в млн. рублей, представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Субсидии государства в отрасль в 2024 году (млн. руб.)

Федеральный проект «Развитие легкой и текстильной промышленности»		
Субсидии на стимулирование спроса и повышение конкурентоспособности российской промышленной продукции	725 822,1	Постановление Правительства РФ от 27.12.2019 № 1908
Субсидии российским производителям на возмещение потерь в доходах, возникших в результате производства пряжи с содержанием льна для дальнейшей переработки предприятиях в Российской Федерации	39 269,5	Постановление Правительства РФ от 16.06.2022 № 1094

*Источник: Государственная программа «Развитие легкой и текстильной промышленности»*

Важность применения современных цифровых технологий в производство во многом определяется концепцией «Индустрия 4.0». Это затрагивает такие сферы, как искусственный интеллект, машинное обучение, нанотехнологии, промышленный интернет вещей и другие. Для повышения эффективности, безусловно, предприятиям придется не только внедрять цифровые технологии в деятельность, но и переосмыслить полностью весь процесс, в том числе косвенно относящийся к производству (кадровые, финансовые и другие вопросы деятельности) [8, с. 292]. Цифровые данные взаимосвязаны между собой, изменение в одном массиве данных подразумевает изменения и в других, связанных массивах.

У цифровых систем есть особенность, которая заключается в возможности аккумуляции данных с различных устройств, их обработки и представления на выходе определенного решения или результата. Это требует от производственных автоматизированных систем большого объема памяти и высокой скорости обработки данных, что возможно сделать не только применяя локальные вычисления, но и облачные технологии и сервисы. В этой связи, наиболее актуальным становится применение сетецентрического подхода к управлению промышленным предприятием, когда данные из различных

источников и информационных систем концентрируются, анализируются и используются для принятия управленческих решений. Появляется возможность принимать оптимальные и точные решения по организации и управлению бизнес-процессами на основе объективных данных.

Назначать и реализовывать оптимальные управленческие и технологические процессы, с учетом себестоимости, минимального времени и процента отходов, экологии и качества выпускаемой продукции, проверять готовность оборудования, наличие персонала и необходимого количества сырья. Это дает возможность очень точно и с минимальными потерями организовывать производство, принимать решения о переводе тех или иных заказов на другие участки или цеха, с учетом возможностей и фактической ситуации.

В свою очередь, это экономит временные ресурсы и повышает в целом эффективность производства за счет этой экономии, поскольку в одну единицу времени получается обработать не только больше информации, но и произвести больше продукции. Чтобы на современном предприятии должны использоваться цифровые технологии, также необходимы навыки работы с этими технологиями [16, с. 237].

Сотрудники, которые задействованы в производственном процессе, особенно это касается специфических навыков, не универсальных, т.е. таких, которые нельзя потом нигде применить, склонны к осуществлению консервативного процесса. Однако развитие цифровизации требует от сотрудников умения принимать новые решения на основе цифровых технологий и большого объема данных. И справиться с этой задачей без применения технологий искусственного интеллекта и машинного обучения невозможно.

Разработчики и поставщики искусственного интеллекта и инновационных продуктов, цифровых решений, стремятся предоставить как можно в большей степени готовности продукт, закрывающий потребности предприятия. Между тем, не каждый поставщик имеет возможность это сделать и поэтому заказчики, в виде промышленных предприятий, вынуждены самостоятельно дорабатывать, под нужды предприятия, цифровой продукт, либо привлекать для этого узких

специалистов и программистов. Поэтому поставщики и разработчики, иногда – в одном лице, должны соблюдать следующие принципы решений, поставляемых для промышленных предприятий: массовость (возможность массового использования), простота (по возможности наиболее простое в установке, использовании и обслуживании решение, не требующее привлечения специалиста), значимость (равно полезность продукта и доля его использования в процессе).

Особой моделью развития в последнее время стала концепция так называемой виртуальной организации, в которой сотрудники осуществляют деятельность на удаленной основе. Данный формат работы еще недостаточно детализирован на уровне законодательства, остаются еще вопросы по ряду моментов, однако в целом механизм более или менее понятен и в условиях ограничений по коронавирусной инфекции показал себя вполне работоспособным и достаточно эффективным.

Удаленный формат работы позволяет не только масштабировать деятельность предприятия, но и предоставить рабочие места сотрудникам, находящимся на значительном удалении от компании. Что касается непосредственно производственного процесса, то есть физического производства продукта, удаленный формат позволяет принимать управленческие решения для конкретных локальных участков и филиалов.

Еще одним фактором, который усиливает уровень конкурентоспособности предприятий, является деятельность субъектов в рамках модели экономики совместного использования. Иными словами, это группа предприятий, которые входят в состав одной крупной корпорации (отрасли) и используют единый запас ресурсов, в том числе и цифровых, единую инфраструктуру и т.д. Как показывает практика, такая деятельность намного более эффективна, чем функционирование одного предприятия, тем более если речь идет об отраслях, где одно небольшое предприятие не сможет экономически развиваться в специфических условиях.

Использование расширенного предпринимательства способствует тому, что группы предприятий образуют единую экосистему, способную развиваться и показывать высокий уровень эффективности. Знак взаимоотношений (в основном, положительный) распространяется на всех, с кем взаимодействуют предприятия. Например, три предприятия одного региона объединились для оптимального производства швейной продукции под заказ. У них единый отдел продаж и технологический отдел, который с помощью расчетов проводит анализ на каком оборудовании и материалах быстрее, или более дешево или с меньшим процентом отходов можно выполнить этот заказ и исходя из этих параметров и загруженности производства, это заказ и направляется для выполнения.

В последний год эти предприятия проводить такой анализ доверили технологиям искусственного интеллекта, что позволило не только объединить производственные и технологические мощности и все виды ресурсов, но и оптимизировать бизнес-процессы, равномерно загрузить оборудование и персонал. Такой вид цифровой трансформации позволил выйти из зоны убыточности, существенно повысить эффективность производства, увеличить портфель заказов на 23%, сократить затраты на производство на 18% и обеспечить высокую конкурентоспособность на ближайшие годы.

На практике, одиночные предприятия, особенно если речь идет о производстве, не могут себе позволить использовать индивидуальный подход к каждому клиенту. Кроме того, быстрая смена технологий, как уже отмечалось, диктует необходимость быстрой адаптации производства к таким новым условиям, что не всегда возможно для одного небольшого предприятия. Создание цифровой экосистемы промышленного предприятия позволяет создавать инновационные предприятия отрасли.

Вопрос их влияния на деятельность предприятий встал особенно остро в последние годы [90, с. 16-24]. Инновации приобрели не только положительный полюс, но и отрицательный. Что касается предприятий, занятых производством продукта, для модернизации производственного процесса, его цифровизации, требуются значительные материальные затраты [34]. Предприятию нередко

приходится полностью менять цикл или технологию производства, что связано с остановкой некоторых линий, цехов и т.д., что приведет к ненужному простоему, сокращению объема выпускаемой продукции и т.д. [13, с. 66-74]

В российских условиях реагирование на разрушающие инновации происходит крайне медленно, поскольку отсутствует необходимый опыт прогнозирования, разработки и внедрения наиболее перспективных и рискованных технологий, что связано, отчасти, с консервативным подходом к производству.

Для того, чтобы адекватно управлять разрушающими и иными инновациями, есть смысл применять цифровые технологии, позволяющие моделировать процессы не только в рамках одного производственного цикла, но и всего комплекса циклов на предприятии, с учетом особенностей внедряемых инноваций. В противном случае разрушающие инновации оказывают губительное влияние не только на конкретное предприятие, но и на его контрагентов, другие предприятия отрасли, региональную отраслевую конъюнктуру и т.п.

Разрушающие инновации безусловно оказывают влияние на доступность продукта и его ценность, и влияние это часто бывает негативным. На рынок с использованием цифровых технологий могут получить доступ крупные компании, особенно это касается ранее недоступных для них рынков, в частности, региональных [79, с. 131].

#### **1.4 Основные направления повышения эффективности производственного менеджмента предприятий текстильной и легкой промышленности в условиях цифровой трансформации**

Цифровизация, сквозные технологии и широкое применение искусственного интеллекта становятся основными факторами, способствующими успешным изменениям как в управлении экономической деятельностью, так и в инновационном развитии всех секторов экономики [136, с. 15]. Основные направления развития производственного менеджмента используют за основу положения концепции «Индустрия 4.0» и включают стратегическое и инновационное развитие, цифровизацию и цифровую

трансформацию, оптимизацию производства посредством моделирования и реинжиниринга бизнес-процессов.

Для оценки вероятности и возможностей модернизации традиционных промышленных секторов, таких как легкая промышленность, необходимо создать механизмы для внедрения и адаптации технологий (облачные и локальные вычисления, хранение данных, аналитика и прогнозирование, цифровые коммуникации и т.д.). При этом следует учитывать, какие из имеющихся или потенциальных технологий (с учетом будущих вероятностных инноваций и прогнозов) смогут в конечном итоге повысить эффективность работы предприятия [80].

Легкая промышленность, как первоочередный объект цифровизации, является фактически двигателем экономики во многих странах. Например, в Китае, по данным на 2023 год, отрасль промышленного производства составила 40%, при этом в отечественном производстве этот вклад сократился практически в 23 раза и составляет приблизительно 0,53%. Более чем двадцатикратное сокращение отрасли за последние 30 лет привело к тому, что не только сократился объем производимой продукции, но и прекращение производства некоторых линий, особенно, если речь идет о массовом производстве. А это, в свою очередь, свидетельствует о нехватке финансирования, и, как следует из этого, устаревании оборудования на производстве.

Отсутствие необходимых финансов провоцирует отставание предприятий легкой промышленности от темпов цифровизации экономики, то есть формируется тотальная невозможность модернизации производства, замены оборудования, привлечения высококвалифицированных специалистов. Именно по этим причинам многие предприятия легкой промышленности находятся на грани банкротства, хотя по фактору качества продукта вполне конкурентоспособны. Отраслевая структура по сырью и размещению предприятий представлена на рисунке 1.2.

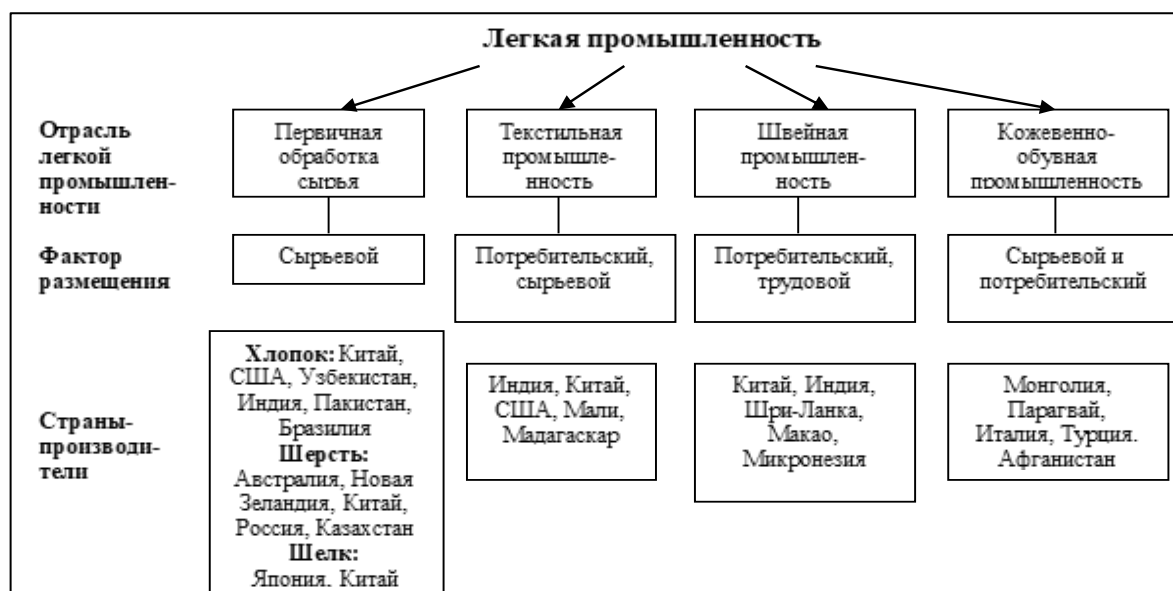


Рисунок 1.2 – Структура легкой промышленности (сырье и размещение)

Проблема кадров в легкой промышленности является определяющей в смысле возможности внедрения каких-либо цифровых технологий. Для использования инноваций, любого типа, требуются сотрудники, имеющие если не опыт, то хотя бы желание обучаться и применять нововведения на производстве, а также соответствующий уровень подготовки, либо возможность пройти переобучение.

Однако, как показал анализ, в сравнении с другими отраслями промышленности, уровень зарплат в отрасли один из самых низкий и составляет около 50% от заработной платы на предприятиях перерабатывающей промышленности. Кроме того, имеет место и дефицит кадров при таком уровне заработной платы – приблизительно 80% предприятий легкой промышленности сообщили о дефиците кадров. Учитывая такое положение, следует обозначить практическую невозможность повышения уровня производства собственными силами. Внедрение технологий «Индустрии 4.0» на предприятиях легкой промышленности требует осуществление цифровизации управленческих, производственных, технологических, логистических и других процессов. В совокупности с процессами взаимодействия с контрагентами и потребителями, с органами власти и т.п., указанный механизм составляет экосистему цифрового предприятия, функционирующую на единой цифровой платформе.

В целом цифровую трансформацию предприятий отрасли можно свести к следующим аспектам:

- цифровизация предприятий легкой промышленности предусматривает возможность адаптации существующих инструментов и механизмов к вероятности применения цифровых решений;
- цифровые решения, в свою очередь, позволят, как можно ожидать, увеличить качество и долю производимой продукции на предприятиях легкой промышленности, повысить вклад отрасли в ВВП страны [74, с. 732];
- в цифровизации главными факторами становятся электронные данные, представленные в различных форматах, и системы, позволяющие использовать эти данные в сквозном аспекте, то есть пронизывающие все производство, обрабатывая информацию на всем жизненном цикле производства;
- главным потенциалом развития и цифровизации предприятиях легкой промышленности являются модели «Индустрии 4.0», позволяющие разрабатывать и внедрять инновации, причем не только на начальном этапе модернизации предприятия, но и в дальнейшем [91, с. 50].

Эффективность управления промышленным предприятием определяется не только степенью применения новых технологий, но и способностью адаптироваться к применению сквозных цифровых технологий, что окажет влияние на все этапы жизненного цикла от начальных этапов проектирования и подготовки производства до процессов выпуска и реализации готовой продукции. Рассматривая цифровые технологии, стоит сказать, что, безусловно, их внедрение и развитие не происходит изолированно от существующего экономического уклада, состояния и развития общества и т.д. Текстильная и легкая промышленность имеют общее технологическое значение и сильно отличаются в аспектах технологической специфики, оказывающей существенное влияние на процессы цифровой трансформации.

Рассматривая возможности цифровизации предприятий легкой промышленности, следует отметить, что нет единых критериев, которые позволили бы определить готовность предприятия к цифровым изменениям в менеджменте. Безусловно, существуют различные факторы и условия, которые, при их наличии, могут свидетельствовать о потенциальной возможности предприятия, однако все зависит от совокупности внутренних и сил влияния внешних факторов и условий. В настоящих условиях появляется возможность отрасли сделать колоссальный рывок в развитии и выйти на лидирующие позиции в стране по вкладу в ВВП.

### **1.5 Искусственный интеллект в цифровой трансформации производственного менеджмента и принятия управленческих решений**

Использование предприятиями искусственного интеллекта и сквозных цифровых технологий обеспечивает переход к цифровизации производства. Например, использование Industrial Internet of Things (IIoT) промышленного интернета вещей позволит [128]:

- оптимизировать управление деятельностью компании;
- создать более четкую стратегию производства;
- повысить качество выпускаемой продукции;
- сократить срок производства;
- сократить количество брака на этапе производства;
- снизить издержки производства;
- повысить эффективность рабочей силы.

Однако есть и ряд возможных проблем:

- возникновение зависимости от технологического процесса;
- высвобождение сотрудников компании от внедрения новых технологий;
- повышение стоимости технологического оборудования для производства.

Вышесказанное свидетельствует, о том, что недостатков меньше, чем преимуществ, следовательно внедрение цифровой трансформации в производственный процесс является допустимым и будет способствовать повышению конкурентоспособности компаний.

В настоящее время, по очевидным причинам, некоторые технологические решения недоступны. Однако компании рассматривают эту ситуацию как дополнительный стимул для импортозамещения и опережающего импорта в сфере IT-технологий. Компании больше не связаны устаревшими технологиями при разработке собственных инноваций. Так, необходимо двигаться к выбору единых платформ, обеспечивая прозрачность требований для всех IT-компаний и развивая крупные группы разработчиков, работающих по общим стандартам.

Определим, как внедрение цифровизации в бизнес-модели предприятия оказывает влияние на деятельность промышленных компаний в разных странах – данный процесс называется цифровой трансформацией.

Цифровая трансформация и совершенствование процессов производства разные понятия, представляющие собой определённый этап в развитии предприятия (автоматизация, цифровизация, цифровая трансформация) [40, с. 3-9]. Этапы цифровой трансформации текстильной и легкой промышленности представлены рисунком 1.3.

Этап автоматизации заключается во внедрении автоматизированного технологического процесса в производство. Цифровизация позволяет анализировать методы принятия управленческих решений на основе объективных данных о наличии сырья, материалов, персонала, готовности и исправности оборудования и т.д. При этом часто возникают сложности на этапе цифровизации, с вопросом ее перехода к цифровой трансформации. Большинство производственных предприятий находятся на начальном пути к цифровому переходу, что влияет на экономическое развитие отрасли. При этом компании не отрицают факта, что внедрение цифровых технологий способствуют повышению эффективности производства и управления предприятием [78, с. 201].

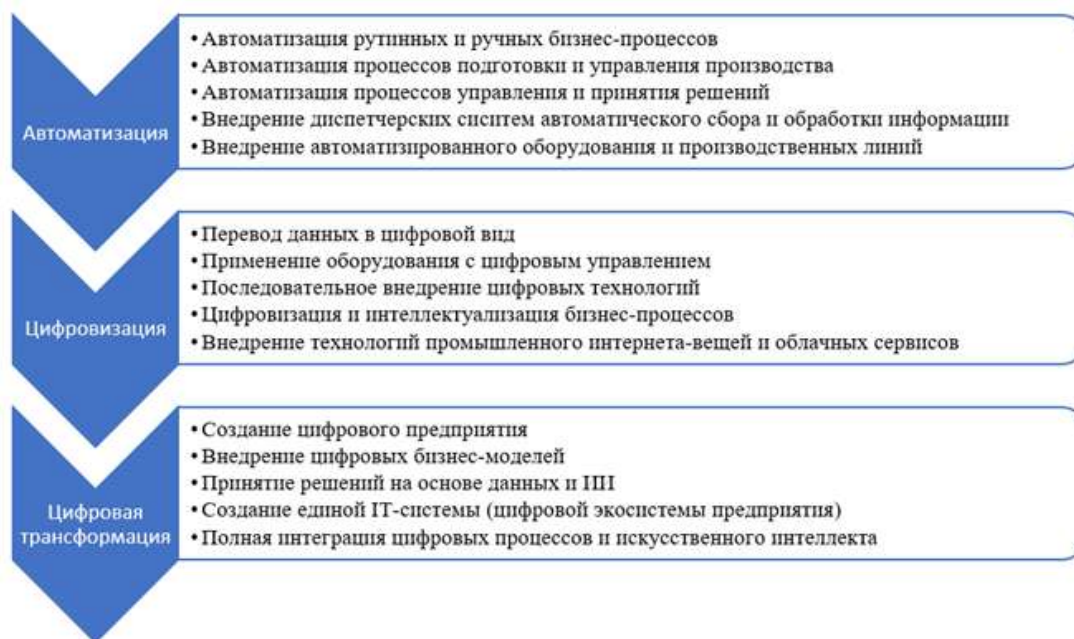


Рисунок 1.3 – Этапы цифровой трансформации текстильной и легкой промышленности

*Источник: Разработано автором по результатам исследования*

В современном мире технологический прогресс становится основным инструментом оптимизации деятельности предприятий, он позволяет развиваться и совершенствоваться предприятию. Существуют показатели цифровой трансформации, с помощью которых промышленные предприятия могут внедрять данный этап в свою деятельность, всего 6 показателей (рисунок 1.4) [89].

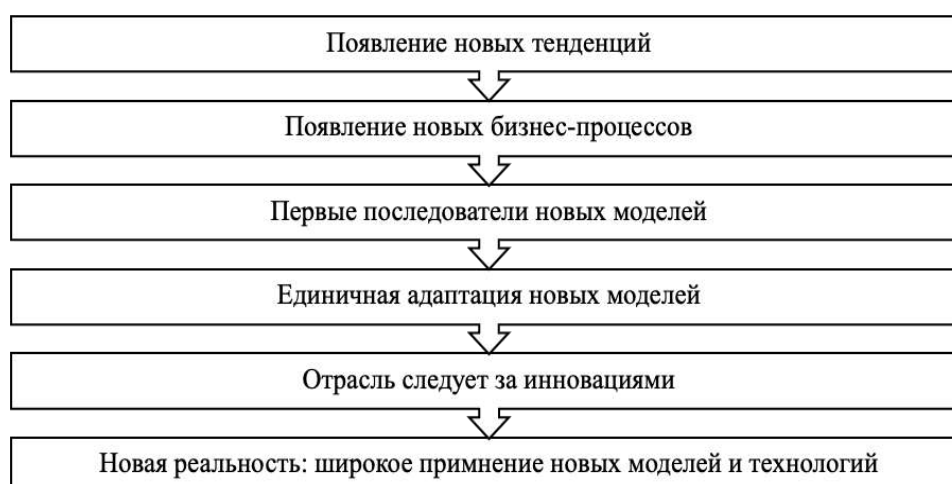


Рисунок 1.4 – Показатели перехода к цифровым технологиям [89]

Цифровизация позволяет сократить издержки и повысить рентабельность производства, соответственно ожидается рост выручки и прибыли. Цифровая

трансформация способна оказать влияние на деятельность любой компании. При этом, стоит отметить, что это не 100% фактор успешности в деятельности предприятия. Многое зависит от того, как и каким образом реализуется этот процесс. Требуется мотивация и желание проводить цифровую трансформацию не только у руководителей, но и у всех сотрудников предприятия. Так, ряд компаний отрасли столкнулись с резким неприятием нововведений и цифровизации у некоторых сотрудников, которые саботировали и срывали внедрение современного оборудования и технологий.

Цифровая трансформация не всегда способна оказать положительное влияние на компанию, особенно в период со слабой экономической устойчивостью. Данный этап подвергается строгому контролю и не является быстрым методом оптимизации производства. В этом аспекте интересен RGM-подход, представляющий собой методику организации факторов, которые влияют на эффективность торговых инвестиций. В этот подход входят такие элементы, как ценообразование, ассортимент, стимулирование спроса, каналы распределения и условия взаимодействия с ними.

Главная задача RGM заключается в том, чтобы предложить нужный товар в необходимом количестве, в правильном месте и по оптимальной цене. В сфере товаров повседневного спроса FMCG (Fast Moving Consumer Goods) конкуренция между марками настолько интенсивна, что цена продукции часто оказывается решающим элементом. Тем не менее, простое уменьшение цен или демпинг не всегда гарантирует достижение ожидаемого эффекта. Восприятие ценности продукта потребителями в легкой промышленности формируется под воздействием множества факторов, таких как качество, удобство, дизайн и другие характеристики.

Изучение конкурентной среды помогает выявить стратегии ценообразования, применяемые конкурентами, и адаптировать свою собственную стратегию. Анализ ценовой эластичности спроса позволяет оценить, насколько спрос реагирует на изменения цен, что дает возможность скорректировать ценовую политику в соответствии с полученными данными.

Высокая цена товаров может быть связана не только с производственными затратами, но и с премиум-статусом бренда, его репутацией и имиджем компании, а также с эксклюзивностью и статусом предлагаемых товаров. Некоторые потребители готовы заплатить больше за продукцию известных брендов, которые ассоциируются с высоким качеством и престижем. Они ценят историю бренда, его репутацию и уникальность товаров. Для этой категории покупателей высокая цена является признаком эксклюзивности и статуса продукта. С учетом роста затрат на сырье для производства, снижается конкурентоспособность промышленных предприятий, в данном случае внедрение цифровизации обеспечивает успех.

Современные руководители промышленных предприятий интересуются новшеством технологического процесса, создают собственные методы и модели управления, для решения поставленных задач. И в этом аспекте применение сквозных технологий и сетецентрического подхода должны обеспечить максимальный эффект с учетом надлежащего обеспечения информационной и кибербезопасности.

Кибербезопасность важна при разработке данных методов и моделей, как и виртуальная дополненная реальность, способствующие подавлять искусственный интеллект с плохими намерениями из-за сбоев [7, с. 399].

Все чаще набирают популярность услуги по обработке и хранению данных с целью обеспечения надлежащей эффективности и безопасности. Популярность растёт с ростом использования цифровых технологий. Данные услуги называются IaaS, они развивают и защищают облачные сервисы компаний. Так как цифровое производство работает с большим количеством компьютерных данных, IaaS позволяет контролировать процесс утечки [12, с. 41-47].

Производственные предприятия, разделенные на несколько производственных филиалов или помещений в разных точках города или страны, могут воспользоваться технологиями IaaS благодаря облачным сервисам, что позволяет быстро реагировать на изменения и сообщать руководству о тех или иных простоях или изменениях. Таким образом, данная технология пользуется

спросом и популярностью в деятельности современных промышленных предприятий [5, с. 69-81].

Проведенные разработки в рамках диссертационного исследования выявили, что внедрение технологий ИИ промышленных предприятий отрасли оказывает большое влияние как на затраты, так и на эффективность бизнес-процессов. Результаты подтверждают, что искусственные нейронные сети не заменяют персонал полностью, а увеличивают эффективность и помогают линейным сотрудникам в работе, снимая рутинную нагрузку и позволяя сотрудникам сосредоточиться на задачах, которые ИИ сделать не может на данном этапе развития.

В совокупности проведенные расчеты позволяют заключить, что внедрение искусственного интеллекта обеспечивает не только экономию затрат, но и качественное преобразование бизнес-процессов. Это выражается в росте рентабельности, ускорении ключевых операций и, как следствие, повышении эффективности принятия управленческих решений [187].

Управление цифровым производством определяется едиными цифровыми технологиями для множества промышленных компаний, но время показывает, что важно создавать и развивать собственные методы и модели для обеспечения непрерывности и стабильности производственных моментов с учетом отраслевых особенностей.

На территории РФ планируются продажи программного обеспечения на базе цифровой оптимизации, что поможет решению проблемы по нехватке отечественных программных разработках. Планируется, что программное обеспечение не будет опираться на иностранных двойников и будет его превосходить.

### **Выводы по первой главе**

В результате проведенного исследования обоснована актуальность темы и необходимость разработки методов и моделей повышения эффективности производственного менеджмента предприятий текстильной и легкой

промышленности в цифровой экономике. Промышленное производство основано на определенных принципах и правилах, которые включают в себя как научные, так и прикладные концепции. Целью производства является производство продукта, удовлетворяющего потребности потребителя в определенной степени и государственным стандартам.

Внедрение и широкое использование цифровых технологий в производстве сегодня является неотъемлемой частью, так как без этого предприятия может стремительно терять конкурентоспособность, а как следствие, и долю рынка, в конечном итоге и прибыль. Особую важность в этом процессе имеет внедрение сквозных цифровых технологий, которые были определены как инновация в рамках государственной программы развития цифровых технологий. При изучении воздействия сквозных технологий на деятельность промышленного сектора следует учитывать, что в настоящее время использование всего потенциала таких технологий затруднено по целому ряду причин.

Выявлены проблемы и вызовы функционирования и развития промышленных предприятий отрасли в условиях цифровизации производства. Проведен анализ существующих подходов к цифровизации производственных систем. Для успешного цифрового развития необходимо вовлечение как минимум двух сторон: бизнеса и государства, при наличии современной инфраструктуры и адекватного финансирования. разработка и внедрение новаторских проектов становятся все более актуальными.

В настоящее время государство оказывает организационную и методологическую поддержку бизнесу в работе с цифровыми технологиями, что должно способствовать сотрудничеству между частным сектором и государством. Кроме того, компании уже могут внедрять цифровые инновации при поддержке государства, так как существуют производственные и технологические задачи, которые могут быть решены на текущем этапе цифровой трансформации. Необходимость внедрения цифровых технологий в процесс создания продукта обусловлена политикой развития промышленной

революции четвёртого типа «Индустрия 4.0». Это включает в себя области искусственного интеллекта, машинного обучения, промышленного интернета-вещей, нанотехнологий, сквозных технологий и других инноваций.

Для повышения эффективности предприятиям необходимо не только внедрять цифровые и информационные технологии, но и пересмотреть весь процесс производства, включая управленческие решения, которые должны приниматься только на основе анализа объективных данных. Это означает не только обновление оборудования, но и улучшение принятия решений на основе цифровых технологий и анализа данных.

С учетом вышеизложенного, разработчики и поставщики инновационных продуктов и цифровых решений стремятся предоставить наиболее готовый к использованию продукт, адаптированный для отрасли, который полностью удовлетворит потребности предприятия. Для этого необходимо придерживаться следующих принципов управления промышленным производством: массовость (возможность широкого применения), простота (максимально удобное в установке, использовании и обслуживании решение, не требующее специальных навыков), значимость (соответствие продукта потребностям и его важность в процессе использования). В новых цифровых условиях возникает возможность участия потребителя в процессе создания продукта или продукта по индивидуальным требованиям и запросам клиентов.

Результаты исследований в рамках первой главы опубликованы автором в статьях [156,157,159,160,162,164,166,167,168,169,170,176,181,182,187,188,189, 190].

## **2. Метод производственного менеджмента и принятия решений в условиях цифровой трансформации на основе сетецентрического подхода и объективных данных**

### **2.1 Анализ цифровых и информационных технологий для повышения эффективности производственного менеджмента**

Цифровыми предприятиями считаются те, которые произвели и внедрили современные цифровые технологические разработки в свою деятельность. Разработанное и внедрённое программное обеспечение (ПО) позволило оптимизировать и совершенствовать деятельность по проектированию, производству готовой продукции и управлению бизнес-процессами, а также осуществлять необходимый контроль за производственными процессами. Цифровая трансформация все чаще предполагает создание «цифрового двойника» своего производства, акцентируя внимание на существенное повышение эффективности предприятия.

«Национальная технологическая инициатива (НТИ) определяет «сквозные технологии как «передовые научно-технические отрасли», создающие высокотехнологичные продукты и сервисы и оказывающие значительное влияние на развитие экономики и появление новых рынков».

Программа создает макет продукта (цифровой двойник), анализирует его функционал, размер, свойства, а далее производится копия, созданная цифровым макетом. На этапе виртуального проектирования возможно рассчитать потребности в ресурсах, предстоящие затраты, узкие места, если такие имеются, а также организационные, финансовые проблемы и вероятность брака.

«Двойник» является цифровым макетом, показывающим все этапы производства продукта, либо его итоговый вариант с учетом важных расчетов и результатов моделирования. Понятие «сквозные цифровые технологии» (СЦТ) впервые применяется в программе «Цифровая экономика РФ», утвержденной распоряжением правительства 28 июля 2017 года. «В апреле 2023 года «Правительство РФ сформировало перечень важных направлений

технологического развития страны до 2030 года. В список вошли десять «сквозных технологий и восемь направлений, касающихся улучшения промышленного сегмента».

Цифровой макет способен анализировать себестоимость разрабатываемой продукции и учитывать все необходимые затраты, связанные с издержками. Появляется возможность снизить эти затраты и представлять планируемый выход продукта наглядно. Например, очень широко в процессе цифровизации предприятий легкой промышленности стали использоваться аддитивные технологии. Это 3D печать и 3D принтеры, которые с легкостью реализуют задуманные продукты, они помогают инженерным разработкам при проектировании изделий, создании опытных образцов (например, создание (печать) в обувной промышленности колодок, платформ или элементов дизайна.

Особую значимость приобретают технологии ИИ для управления, планирования и оптимизации производства на основе анализа большого объема данных, контроля качества выпускаемой продукции, оптимизации цепочек поставок, повышение эффективности принимаемых решений, снижение затрат на обслуживание оборудования, содержание объектов недвижимости, управления персоналом, автоматизации маркетинговых акций, рекламы, прогнозирования продаж, работы с клиентами и др.

На первом этапе осуществляется диагностика и анализ бизнес-процессов для выявления точек цифровой трансформации и подходы применения ИИ. На последнем этапе проводится оценка эффективности применения технологий ИИ на предприятии.

Цифровое пространство способно объединять в себе все моменты управления предприятием, ресурсами и производственным оборудованием. Анализируется работа всех подразделений предприятия, использование ресурсов, рабочей силы и современных цифровых технологий. Цифровая трансформация все более активно помогает компаниям развиваться, благодаря ей компании способны:

- сократить расходы;

- увеличить производительность;
- оптимизировать рабочий труд;
- увеличить доходность;
- оптимизировать использование ресурсов;
- разработать новые товары;
- оптимизировать все этапы производства;
- ориентироваться на спрос и индивидуальный подход к клиентам.

Цифровизация состоит из этапов и процессов [23]:

1. Автоматизация производственного процесса, путем замены привычного оборудования для производства на программное, включение в работу станков-роботов.
2. Станки-роботы могут воссоединяться в работу с программным обеспечением и быстрее производить задуманное и спроектированное человеком. Например, ПО может определять этапы от макетирования до поставки продукции.
3. Планируется, что часть решений в производственном этапе отводится на искусственный интеллект. Отмечается, что так, будет совершенствоваться предложенные методы управлениями, появятся новые возможности и стабилизируется работа.

Исследования показывают, что многие российских предприятий легкой и текстильной промышленности применяют в своей работе стали использовать программы для управления бизнес-процессами и анализа данных: 1С.Аналитика, Business Studio, Loginom, SILA Union., PIX BI, BPMsoft и др.

Производство любого продукта начинается с проектирования и разработки технологического процесса (технологической карты), на этом же этапе ставятся вопросы об его улучшении, способов упрощения и снижения себестоимости. В текстильном производстве спрос на товары зависит от модных тенденций. Для анализа модных тенденций необходимо выпускать новый продукт как можно быстрее, отсюда возрастает необходимость быстрой разработки дизайна и самого изделия.

В случае опоздания с занятием таковой ниши, появляется риск потери рынка, и возникает необходимость оценки целесообразности выпускать «тренды» с опозданием [50, с. 80]. Часть промышленных предприятий производит продукцию по индивидуальным меркам и лекалам, существует множество модельеров, чья продукция выпускается в ограниченном тираже с высокой добавленной стоимостью. В подобных случаях этап проектирования и планирования производства становится труднее. Возникает необходимость учитывать возможные риски, а разработку нужно проводить тщательнее, а производимое изделие должно оправдать задуманное и маркетинговые планы. Для оптимизации подобных процессов применяются PLM-системы (Product Lifecycle Management — управление жизненным циклом изделия).

PLM-системы это ПО для управления данными о производимой продукции. Системы осуществляют сбор, анализ, оценку данных. Так, ожидается сокращение брака продукции, снижение затрат, сокращение срока производства и сокращение сроков окупаемости. Для сбора и анализа данных от датчиков и различных систем управления оборудованием используются SCADA-системы (supervisory control and data acquisition — диспетчерское управление и сбор данных) — комплексное программно-техническое решение для контроля, управления и мониторинга технологическими процессами.

Важная сфера применения IoT – обмен данными о функционировании оборудования и безопасность. Данные технологии позволяют реагировать на пожарные и охранные системы в компании, ставятся датчики дыма, открытия окон и дверей, что обеспечивает как защиту сотрудников, так и самого предприятия [57, с. 42]. Концепция «Индустрия 4.0» начала свое реализацию именно с безопасности производства, благодаря ей компании быстрее определяли травмы и небезопасные участки на своем производстве.

Программа IoT многогранна, а ее данные занимают большой объем данных для анализа и управления оборудованием. Практически всю рутинную работу компаний по сбору, хранению, передаче данных выполняет соответствующее ПО и оборудование, т.к. они работают быстрее, не допускают

возникновение случайных ошибок и позволяют автоматизировать производство, обеспечивать информационный обмен с оборудованием, диспетчерами, технологами и руководителями.

Для легкой промышленности стал актуален цифровой дизайн, особенно в производстве сезонной одежды. Цифровой дизайн реализует новые технологии в сфере рисунка при печати ткани для одежды, этот же процесс ускоряет этапы производства, что превосходит ручной труд. При индивидуальном заказе данная технология очень помогает компаниям производить заказанные партии. Благодаря цифровому дизайну уходят убытки, предотвращается утилизированные ткани, что благоприятно влияет на окружающую среду и улучшает экономическое положение. Использование цифровой печати предотвращает выбросы углекислого газа на 94%, и снижает затраты на электричество на 55%. Использование такой технологии на промышленных компаниях России пока очень мал. Почти 80% компаний используют ручной труд, причиной тому является низкое доверие к новым технологиям и страх внедрения инноваций и возможных ошибок.

Аддитивные технологии, 3D печать существует давно, однако мало предприятий ей пользуются. Считается, что 3D печать основывается лишь на объемном производстве фигур. Иностранные компании чаще применяют такую технологию, они знают, что благодаря 3D печати можно упростить процесс создания отдельных текстильных элементов, например производство подошвы для обуви.

Рассмотренные выше технологии позволяют решать важнейшие технологические задачи, но и приводят к оптимизации производства и эффективному решению управленческих вопросов. Стабилизируется конкурентоспособность промышленных компаний, идет общее развитие на рынке занимаемой товарной ниши. Для применения рассмотренных технологий большим числом отечественных компаний, важно учить управленцев цифровизации бизнес-процессов.

Цифровые технологии позволят оптимизировать управление предприятием и упростить основные бизнес-процессы, сделать их прозрачными и эффективными. Чаще компании не задумываются об этом, а лишь вносят изменения в структуру управления [86, с. 80]. Проведение цифровой трансформации способствует успеху жизненного цикла всего производства на предприятиях.

С начала 90-х годов на отечественном сегменте разработаны программы для текстильного и легкого производства, например САПР – автоматизированное производство. Данная система до сих пор активно используется и помогает разрабатывать эскизы и работать с документацией. Со временем САПР перешло к облачным сервисам, так возможны следующие технологии ее применения:

1. Использование инженерных функций, не отходя от рабочего места.
2. Дистанционное проектирование эскизов для фирм с инженерами-конструкторами.

Цифровизация управления предприятием позволяет достаточно эффективно решать производственные задачи и обезопасить производство. Существуют комплексы компьютерного зрения, которые автоматизируют изображения в видеоряд [149]. Системы технического зрения прочно вошли в состав систем контроля качества готовой продукции, позволяющие контролировать весь технологический процесс, выявлять брак и дефекты обеспечивать безопасные методы труда на технологическом оборудовании.

Если проблематика совершенствования производства продукции не носит столь выраженный характер, то другие параметры требуют значительного улучшения. В целом, уровень технического оснащения на фоне недостаточного уровня подготовленности к производству и сотрудников на предприятии, приводит к низкой скорости производства и выпуска продукции. Важное место в производственном менеджменте занимают MES-системы, образующие ядро сетцентрической системы управления производством, представленной на рисунке 2.1.

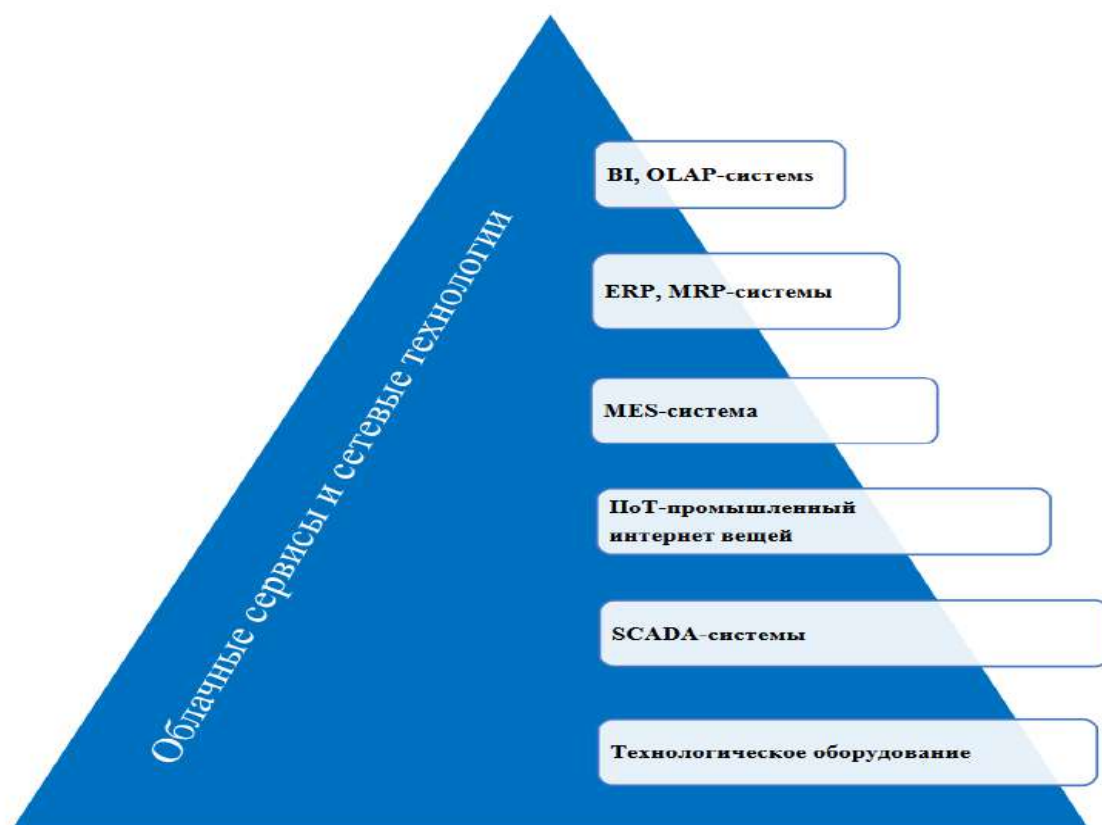


Рисунок 2.1– Информационные технологии в производственном менеджменте  
*Источник: Разработано автором по результатам исследования*

Развитие цифровых технологий для предприятий легкой и текстильной промышленности требует обучения работы с данными программами. Такой вид обучения может предоставляться как преподавателем, онлайн курсами, так и искусственным интеллектом, при этом необходимо контролировать и объективно оценивать полученный результат.

Для создания эскизов моделей, дизайнеры приходят к визуальному анализу имеющихся тенденций, опираясь на собственный опыт и знания в сфере моды. Основной сложностью стала оценка факторов рентабельности, конкурентоспособности и востребованности продукции легкой промышленности. Оригинальный алгоритм автоматизированного отбора моделей производств предложен рядом ученых Гусевой М.А., Андреевой Е.Г., Рогожиной Ю.В., Чистяковой А.И. из университета им. Косыгина А.Н. представленный на рисунке 2.2.

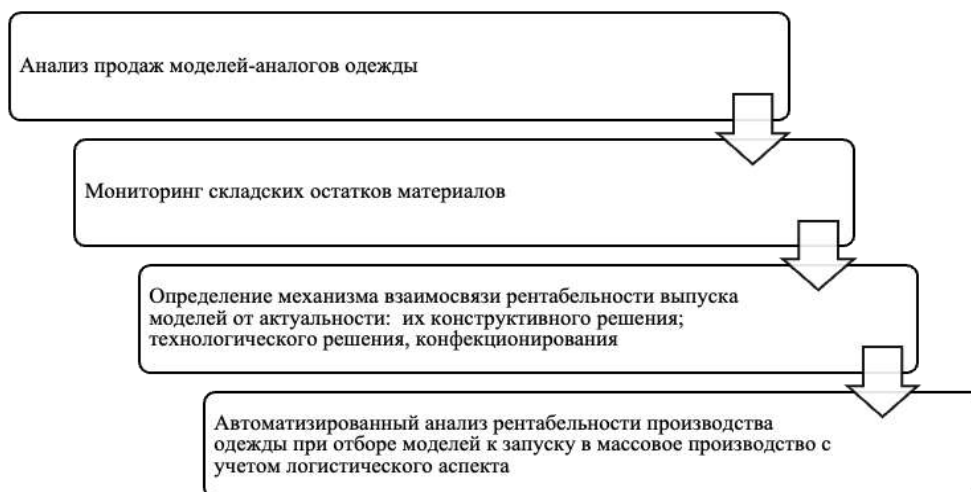


Рисунок 2.2 – Процесс отбора моделей одежды для запуска в производство

Скрытые слои в нейросети представляют широкий спектр информации для проектирования продукции. Сквозная цифровая трансформация способствует кастомизации изделий [41, с. 180]. Современные швейные предприятия имеют опыт использования и трехмерных САПР, так возникают цифровые двойники, воспроизводящие цифровые фигуры и 3D модели, что позволяет оценить качество проектируемого изделия и планируемого производства. Финальной этап управления цифровым производством посвящен сфере инноваций по использованию искусственного интеллекта, оценивающего качество. Финальный этап подготавливает продукцию к производственным сложностям, он более трудоемкий и затратный. Разработано ПО для комплексной идентификации одного кадра на основе методики Виола-Джонса [92, с. 17]:

- виден образ предмета;
- осуществляется редактирование изображения;
- описание предмета и определение его размера.

Программное обеспечение анализирует сканированное изделие и организует расчет необходимых параметров, таким способом определяя различия в отдельных экземплярах. Настройка искусственного интеллекта начинается с анализа качественных и некачественных изделий для будущего отбора и формирования датасета. Оценка изделий происходит с учетом

признаков Хаара. Отсюда появляется возможность оценки уровня брака. Как правило, применяется общепринятая формула (2.1) расчета коэффициента брака:

$$K_{\text{брака}} = (V_{\text{количество бракованных товаров}} / V_{\text{общее количество продукции}}) \times 100\% \quad (2.1)$$

*Источник: <https://hr-portal.ru/story/raschet-normy-braka-opredelenie-formula-i-kak-ispolzovat?ysclid=mk6kszx04619176895>*

Объект сканируется до плоских областей и тех же изделий, например, футболки, джинсы, нижнее белье. Работающий над данным процессом оператор изучает необходимые технические параметры, зафиксированные документально, и производит замер изделий: длина и ширина, угловые параметры. Заданные параметры изделия распознаются программой. «Первоначально программа сравнивает с эталоном внутренний и внешний контуры скан-копии изделия, далее выполняет расчет метрических характеристик» [73, с. 3-5].

Существует небольшая погрешность брака данных метрических характеристик, но она составляет всего 5%. Программа отлично работает с облачными ресурсами и зарубежными сервисами дистанционно. Современный этап создания и оптимизации программного обеспечения начинаются с разработки, тестирования и заканчиваются внедрением и эксплуатацией. Активно внедряются программы по 3D моделированию в легкой и текстильной промышленности.

С расширением удаленной работы, оценка принятых решений становится сложнее, возникают случаи, когда машинное зрение воспринимает брак за должное производство [36, с. 65]. При этом, машинное зрение позволяет вводить параметры и проводить идентификацию производимых изделий, таким образом завершив цифровую трансформацию легкой и текстильной промышленности [137, с. 1-11].

Цифровая трансформация предполагает реализацию во всех возможных бизнес-процессах. Это гарантия правильного использования данных, распределения ресурсов и принятие решений на предприятии.

## **2.2 Производственный менеджмент на предприятиях текстильной и легкой промышленности на основе сетецентрического подхода**

Современные предприятия в условиях реализации программы Цифровой экономики и заменившего ее национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» (с 2025 г.), с каждым годом переходят к упрощенному подходу управления. Внешняя среда современных компаний претерпевает стремительные изменения, что накладывает возрастающие требования к ее анализу и разработке стратегии, способной максимально учитывать все возможности и риски, исходящие из внешней среды. Внутренняя среда организации формирует технические и организационные условия ее функционирования и является следствием принятых управленческих решений [47, с. 10-17].

Сетецентрический подход пришел из военной сферы, когда данные собираются из различных источников (спутниковых снимков, разведки, РЛС и т.д.) и анализируются для оценки фактической боевой обстановки. После чего вырабатывается наилучшее управленческое решение на основе объективных данных. Для производственных задач это тоже актуально, когда данные о готовности и исправности оборудования, наличии персонала и сырья поступают диспетчерам, которые направляют исходя из реальной обстановки заказы на соответствующее оборудование и персонал. При цифровой трансформации эти функции возложены на ИИ. Кроме того, ИИ позволяет оперативно решать более сложные задачи, так можно не просто в очередь распределять заказы, но и с учетом факторов себестоимости, минимизации отходов, скорости и качества готовой продукции.

Интересен опыт применения ИИ для кооперации промышленных предприятий и создания «виртуальных предприятий». В этом случае объединяются ресурсы, технологии и оборудование нескольких предприятий, а ИИ позволяет их эффективно использовать. При сетецентрическом подходе объекты производства решают распределенные между собой задачи, сбор, анализ и обработку объективных данных от различных источников.

Реализация программы цифровой экономики помогает у совершенствования данных процессов и активно внедряется предприятиями [107]. Сетецентрическая система - это система матричного управления информационной составляющей, в ней содержится общая взаимосвязь между компонентами и информационным пространством (рис. 2.3).

Сетецентрические системы характеризуются интеграцией компонентов, развивая возможные связи одного подхода к реализации [48]. Множество подходов позволяют предвидеть несколько исходов событий и оценить влияние производства на потребителей. Такие системы чаще являются открытыми и требуют самоорганизации процессов и обработки целей вручную.

Предприятия легкой и текстильной промышленности, акцентирующие внимание на производственный этап, оснащены целью производства заказов, направленных на особенности клиентов. Промышленные компании взаимодействуют с поставщиками более тесно и анализируют конкурентов [46, с. 64].



Рисунок 2.3 – Схема сетецентрического управления

Источник: Разработано автором по результатам исследования

«Сетецентрическая система - это матричная информационно-управляющая система, в основе которой лежит глобальная информационная связь её компонентов, интегрированных в единое информационное пространство» [153].

«Сетецентричность позволяет организовать систему управления так, что реализуется желанный режим ситуационной задачи. А решение ситуационной задачи ведет за собой поддержание системы и достоверность данных» [76, С.18].

«Выделяются основные категории сетецентрической модели управления [121]: 1. Высокая значимость умственного труда, генерирования знаний, экономики знаний. 2. Самоуправление и адаптивное управление. 3. Умные гибкие структуры (производственные, социальные, экономические, др.) 4. Социальные технологии (в том числе цифровые). 5. Глобальный сдвиг от эгоцентрической модели к сетецентрической модели мышления» [121].

На основе проведенного исследования (Приложение Б) предлагается авторское определение понятия «сетецентрической системы управления»: Сетецентрическая система управления – это интегрированная информационно-техническая сетевая система, интегрирующая в единый контур все элементы управления, участников, ресурсы и оборудование предприятия на основе технологий сбора и анализа данных, облачных сервисов, искусственного интеллекта и промышленного интернета вещей.

Применение сетецентрического управления позволяет не только организовать высокоэффективный производственный процесс на основе управления оборудованием и ресурсами, но и осуществить прогнозирование развития бизнес-процессов и производственно-технологических операций. На рисунке 2.4 представлена экосистема сетецентрического управления, которая включает в контур управления поставщиков и клиентов предприятия.

При реализации описанного процесса необходима интеграционная платформа, которая является ПО и умеет распределять встроенные данные для обмена между участниками процесса. Интеграционная платформа активно связана с бизнес-моделями компаний [82, с. 68-72]. Производственные основы цифровой трансформации реализуются благодаря сетецентрическому

управлению и коммуницируют на производственных мощностях предприятий. «Для таких систем характерна не только вертикальная интеграция между её компонентами, но и широко развитая сеть горизонтальных связей на одном и том же уровне управления между разнородными компонентами системы, которые являются источниками и потребителями циркулирующей в системе информации» [153].

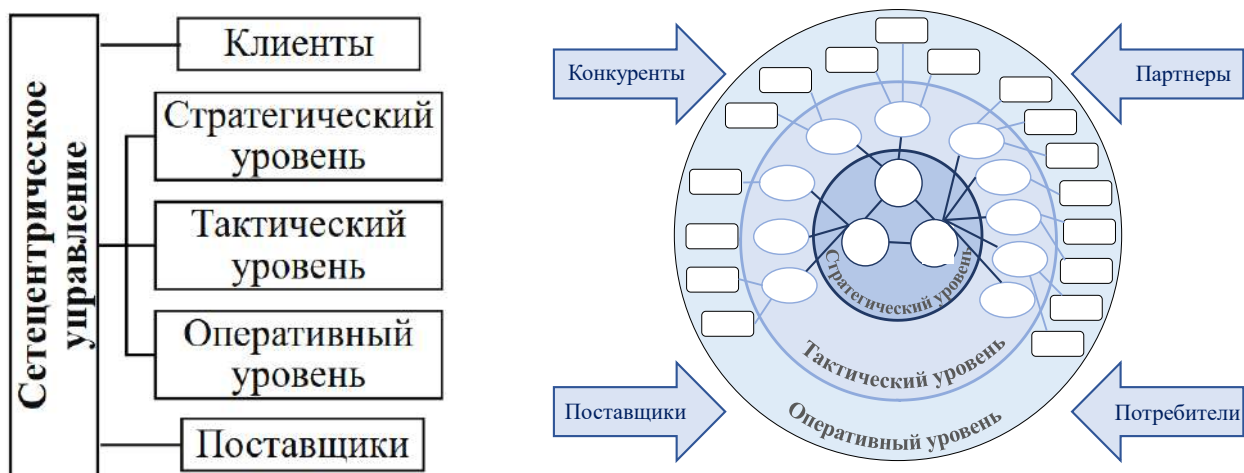


Рисунок 2.4 – Экосистема сетецентрического управления

Цифровая платформа создана с целью оптимизации управления предприятием и перехода к виртуальной технологической основе, которая взаимодействует с адаптацией, самоорганизацией и нахождению в оптимальной рабочей среде.

Такая рабочая среда способна обеспечить сотрудников нужной «информацией более детально, а предоставляется она схематично, включая три домена (рисунок 2.5): физический домен, информационный домен и домен знаний (домены этой системы самостоятельны)» [117, с. 23]. Их использование возможно благодаря сотрудничеству всех этапов производства.

Структура доменного имени демонстрирует последовательность узлов в иерархии; доменное имя интерпретируется слева направо, начиная с менее значимых доменов и переходя к доменам более высокого уровня (в порядке возрастания значимости), при этом корневым доменом всей системы является точка. Что касается домена в локальной сети, то под ним подразумевается сеть,

которая объединяет компьютеры, следуя единой политике безопасности и управляется централизованно [121].

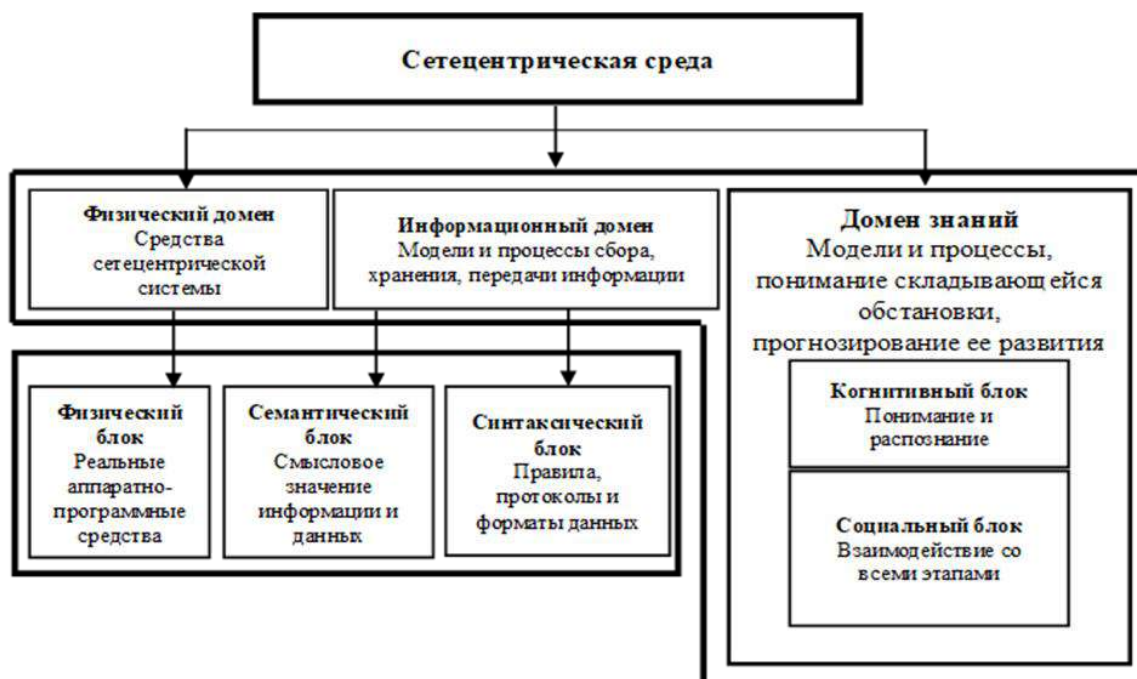


Рисунок 2.5 – Структура сетецентрической среды цифровой платформы предприятия [69]

Информационный модель содержит методы хранения и обработки получаемых данных, а также, как и физический домен. Локальный домен – это домен, который напрямую связан с компьютером или сервером. Это подразумевает, что ресурсы и правила, применяемые к данному устройству, зависят от конфигурации его локального домена.

Администраторы локального домена имеют возможность настраивать меры безопасности, управлять учетными записями пользователей и контролировать доступ к ресурсам, не прибегая к взаимодействию с внешними доменами, что способствует повышению уровня информационной безопасности [113, с. 82-88]. Домен в Active Directory может включать несколько локальных доменов, каждый из которых обладает своими уникальными настройками и политиками.

Домен знаний способен прогнозировать ситуации путем их анализирования, домен связан с когнитивным и социальным блоками. Блок когнитивный содержит соответствующие ему функции, например модели

запоминания, хранения информации об анализируемом объекте производства. В социальном блоке хранятся решения, принятые коллективно, правила, установленные кругом лиц с целью поиска лучших решений для оптимизации.

Функционирование в системной среде непосредственно зависит от исправности работы всех блоков и их взаимосвязи. Создание правильной среды важно для:

- оценки верной информации в реальном масштабе времени и будущего ее комплексирования;
- сбора и хранения необходимой информации для обеспечения беспрестанной работы;
- образования общего производственно-управленческого пространства для обмена информацией.

Сетецентрическая система управления на основе цифровой платформы предприятия способна обеспечить задачи:

- осуществлять поиск информации о деятельности всех этапов производства и управления предприятием;
- проводить анализ действующих в работе процессов;
- сообщать о сбоях;
- оформлять документально анализируемые процессы и доводить их до оптимального управления.

Сценарий цифровой платформы появился не так давно, однако он эффективен и показывает себя с положительной стороны на предприятиях легкой и текстильной промышленности [3]. На правильном принятии управленческих решений держится вся компании. Также управление рассматривается как последовательность выработки, принятия и реализации таких решений.

Интеграция когнитивных искажений в ИИ-агентов может значительно повысить их способность к принятию решений. Например, исследование показывает, что агенты, использующие как рациональные, так и сравнительные подходы к принятию решений, демонстрируют лучшие результаты по

сравнению с теми, кто ориентируется только на оптимальные расчёты. Это указывает на то, что более глубокое понимание человеческих когнитивных искажений может способствовать разработке более эффективных ИИ-систем, которые будут лучше подготовлены к взаимодействию с людьми и другими ограниченно рациональными агентами [11, с. 9-25]. От управленческого решения зависит деятельность и исход предприятия в будущем. Использование эвристических подходов, представляющих собой умственные сокращения, которые облегчают процесс принятия решений, может существенно улучшить эффективность систем искусственного интеллекта.

Исследования демонстрируют, что применение эвристик, схожих с теми, что используются в человеческом мышлении, может сделать процессы принятия решений ИИ более прозрачными. К примеру, методы подсчёта продемонстрировали свою эффективность в различных ситуациях, позволяя ИИ находить решения для новых, ранее не встречавшихся проблем [6, с. 20-23]. Simon H.A. выделяют три основных условия, при которых автоматизированное мышление может приводить к точным результатам в линейных условиях:

1. Прямое доминирование - это простое сравнение, где один вариант явно лучше другого.
2. Кумулятивное доминирование - это более сложная оценка, учитывающая несколько факторов одновременно.
3. Некомпенсируемость - это ситуация, когда одни характеристики не могут компенсировать другие, что создаёт более строгую структуру для принятия решений.

Эти условия подчеркивают возможности автоматизированных систем не только для упрощения процесса принятия решений, но и для улучшения объяснимости работы искусственного интеллекта (рисунок 2.6). Следует отметить, что этапы принятия решений определяются как «подготовленные» и «реализованные».

ЛПР (лицо принимающее решение) — это человек, который принимает решения. Он представляет организацию и определяет, целесообразно ли

приобретать предлагаемые товары или услуги для бизнеса, а также закупать материалы или продукты у определенного поставщика.

Моделирование позволяет осуществлять прогноз событий и видеть обоснование прогноза в дальнейшей реализации производственных процессов [145]. Функциональная модель представляет собой графическое отображение работы систем и объектов. Она может быть применена как для изучения процессов, происходящих в действующих системах (их функционирование), так и при разработке новых систем для создания их структур.

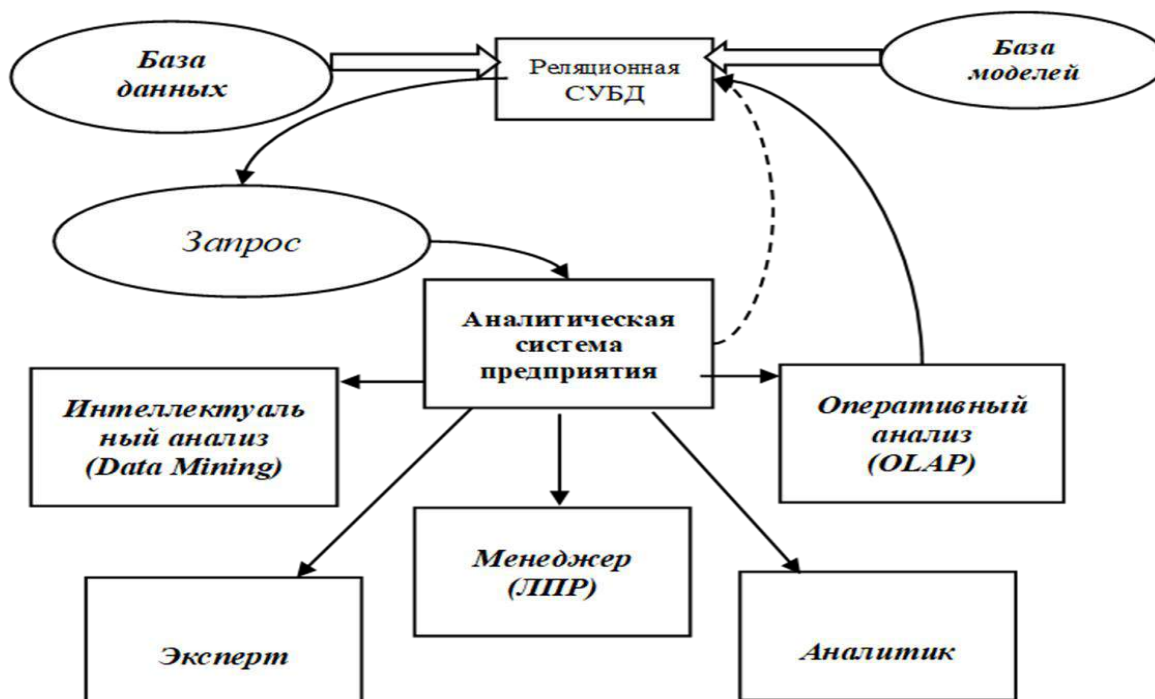


Рисунок 2.6 – Структура системы принятия управленческих решений в процессе информационно-аналитической поддержки

Тем не менее, в настоящее время анализ функциональных моделей осуществляется на качественном уровне, включая исследование структуры взаимосвязей между отдельными функциями моделируемого процесса, а также сопоставление различных структур процессов и самих процессов друг с другом.

В ограниченном числе доступных источников и материалов по методологии функционального моделирования отсутствует информация о методах аналитического количественного анализа функциональных моделей и связанных с ними процессах [140, с. 988].

Функциональная модель, представляющая две сложные взаимодействующие системы с противоположными целями, иллюстрирует противостояние двух сложных, например, конкурирующих систем. В общем случае такой процесс может включать два типа действий: с одной стороны – атака на систему, с другой – защита от атаки и противодействие, а также одновременное воздействие и защита от него каждой из сложных систем [42, с. 61].

В первом сценарии процесс будет иметь единственный выход – из анализируемой системы, тогда как во втором варианте выходов будет два – по одному из каждой системы. Он включает шесть процедурных функций (А1–А3, Б1–Б3), которые, например, занимаются обработкой информации, а также две специфические функции управления процессом (А0, Б0), которые связаны между собой как прямыми, так и обратными функциональными связями. Процесс имеет один вход из внешней среды (возможно, из другого процесса – Out1) и один выход во внешнюю среду (внешние процессы – In1) [148, с. 46].

Существует специализированное программное обеспечение для сетцентрического управления предприятием – такая программа умеет комбинировать встраиваемые методы имитационного моделирования бизнес-процессов и собирать данные из различных источников информации. На рисунке 2.6 представлена схема процедур применения технологий для принятия решений с использованием информационно-аналитических ресурсов по анализу бизнес-процессов.

Рассматриваемая система реализуется при [28]:

- 1) подготовка необходимой информации о текущем положении управленческих процессов;
- 2) анализ причин возникновения трудных ситуаций в процессе принятия управленческих решений в производстве;
- 3) оценка применения бизнес-процессов и рандомизированного прогнозирования с учетом энтропийной устойчивости;

4) анализ общей системы управленческого процесса с учетом всех возможных факторов;

5) вывод результата и предложение рекомендаций [71].

Информация о состоянии текущих управленческих решений в системе бизнес-процессов собирается из информационной базы предприятия, например это картотека государственной статистической службы, прошлогодние электронные архивы и др.



Рисунок 2.7 – Схема применения технологий принятия решений с использованием информационно-аналитических ресурсов

Сбор информации помогает принимать решения. Количественные данные, обычно получаемые через стандартизированные тесты и структурированные задания, предоставляют числовую основу для оценки уровня производительности [67, с. 3]. При этом встраиваемую информацию можно разделить на группы [59]:

1. Информация готовая, накопленная в базе данных временем. Управление такой информацией неполное и чаще недостоверное, т.к. произведен сбор абсолютно всех показателей, возможно и не имеющий к системе управления

отношения. Такая информация применяется в случае наличия малого количества времени.

2. Информация свежая и обработанная аналитиками об объекте управления;

3. Информация, которую невозможно получить в быстром доступе по определенным обстоятельствам.

Мониторинг поступающей информации необходим для ее поддержания, с целью верного принятия управленческих решений. Появляется контроль правильности и целостности вводимых в ПО данных, а ее сбор осуществляется с использованием специального алгоритма. Регистрация принятой системой информации оценивает риски и угрозы для компании, способна предвидеть финансовое положение.

Прогнозирование путем моделирования является основоположником такой технологии. Этот блок предоставляет собой совокупность компьютерных технологий, которые пишут сценарии развития возможных случаев управления, а также способны создавать антикризисные программы. Задачами на этом этапе выступает прогнозирование внедряемой безопасности производства.

В области применения ограниченной рациональности в интегральных системах достигнуты определённые успехи, остаётся множество нерешённых вопросов. Интеграция эвристических подходов, основанных на человеческом принятии решений, в искусственные агенты представляет собой всё ещё развивающуюся сферу, и для полного раскрытия потенциала этих технологий необходимы постоянные исследования.

С развитием ИИ понимание взаимодействия между человеческой и машинной рациональностью станет ключевым для создания систем, которые будут не только эффективными, но и надёжными и понятными для пользователей. На рисунке 2.8 представлен метод по созданию и определению показателя системы бизнес-процессов, созданный в рамках предлагаемой технологии [64, с. 37-45]. Правильное функционирование предприятия начинается со смены бизнес-процессов, которые способны внедрить новшества

своим сценарием и предотвратить развитие плохих для компании событий. Интеграция бизнес-процессов возможна с ситуациями, когда существуют неблагоприятные условия. Их вычисление происходит путем наблюдения за пространством проводимых состояний в систему бизнес-процессов [111].

Классификация происходит путем анализа свойств с ее прототипом-двойником. Прототипы разбираются на свойственные признаки и делятся на категории. Прототипами могут выпутать несколько моделей одновременно. Некоторые блоки затрагивают мнение аналитиков, которые проводят анализ системы, а далее реализуют предложенную процедуру [83]:

- анализ экспертами проводится на уже реализуемой стратегии компании, для этого необходима определенная цель и задачи совершенствования бизнес-процессов;
- далее формируются данные для проверки правильности системы, оценке ее возможностей и отбора факторов благоприятного и неблагоприятного уровня [24, с. 86-90];
- на заключительном этапе происходит синтез всех процессов, определяются возможные условия функционирования на основе анализа системы бизнес-процессов в условиях любых возможных ситуаций на адекватность.

Современные предприятия в условиях реализации программы Цифровой экономики и заменившего ее национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» (с 2025 г.), с каждым годом переходят к упрощенному подходу управления. Внешняя среда современных компаний претерпевает стремительные изменения, что накладывает возрастающие требования к ее анализу и разработке стратегии, способной максимально учитывать все возможности и риски, исходящие из внешней среды. Внутренняя среда организации формирует технические и организационные условия ее функционирования и является следствием принятых управленческих решений [47, с. 10-17].

На стратегическом уровне управления предприятием находится совет директоров, генеральный директор и заместители генерального директора. На тактическом уровне управления находятся филиалы, отделы, службы, цеха и др. На оперативном уровне управления участки, бригады, основное технологическое оборудование, станки, поточные линии и др.

Предприятия легкой и текстильной промышленности, акцентирующие внимание на производственный этап, ориентированы на производство заказов, направленных на реализацию потребностей клиентов. Промышленные предприятия взаимодействуют с поставщиками более тесно и анализируют конкурентов по производству [46, с.64].

Сетецентрический подход позволяет определять проблемы и узкие места на производстве и оптимизировать их. При включении в сетевое взаимодействие поставщиков, клиентов и партнёров, позволяет реализовать полноценную цифровую экосистему предприятия.

Таким образом, сетецентрическая система управления становится новым инновационным подходом к организации управления промышленным предприятием.

Отличия информационной системы промышленного предприятия от сетецентрической представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Отличия традиционной системы управления промышленного предприятия от сетецентрической системы

Критерий	Информационная система	Сетецентрическая система
Архитектура	Иерархическая, централизованная (например, ERP)	Распределенная, децентрализованная (сетевая топология)
Цель	Автоматизация отдельных процессов	Интеграция всех участников в единую сеть для синергии
Данные	Хранятся в локальных базах, доступ ограничен	Данные доступны всем участникам в реальном времени
Принятие решений	Централизованное (менеджмент)	Децентрализованное (на основе общих данных)
Адаптивность	Жесткая структура, изменения требуют перенастройки	Гибкая: система самонастраивается под новые условия
Примеры в производстве	ERP, MES, CRM.	Цифровые двойники, IoT-платформы, блокчейн-сети



Рисунок 2.8 – Схема метода интегральной оценки структуры бизнес-процессов [64, с. 37-45]

«При реализации сетецентрического процесса управления необходима интеграционная платформа, которой является соответствующее ПО, осуществляющее сбор, анализ и распределение данных для обмена между участниками процесса. Интеграционная платформа активно связана с бизнес-моделями компаний» [82, с. 68-72]. Основы цифровой трансформации реализуются благодаря сетецентрическому управлению и коммуницируют на производственных мощностях предприятий. «Для таких систем характерна не только вертикальная интеграция между её компонентами, но и широко развитая сеть горизонтальных связей на одном и том же уровне управления между разнородными компонентами системы, которые являются источниками и потребителями циркулирующей в системе информации» [153].

Цифровая платформа создана с целью оптимизации управления предприятием и перехода к виртуальной технологической основе, которая взаимодействует с адаптацией, самоорганизацией и нахождению в оптимальной рабочей среде. Такая рабочая среда способна обеспечить сотрудников нужной «информацией более детально, а предоставляется она схематично, включая три домена: физический домен, информационный домен и домен знаний (домены этой системы самостоятельны)» [117, с. 23]. Их использование возможно благодаря сотрудничеству всех этапов производства.

Структура доменного имени демонстрирует последовательность узлов в иерархии; доменное имя интерпретируется слева направо, начиная с менее значимых доменов и переходя к доменам более высокого уровня (в порядке возрастания значимости), при этом корневым доменом всей системы является точка. Что касается домена в локальной сети, то под ним подразумевается сеть, которая объединяет компьютеры, следуя единой политике безопасности и управляется централизованно [121].

Информационная модель реализует хранение и обработку получаемых данных также, как и физический домен. Локальный домен напрямую связан с компьютером или сервером. Это подразумевает, что ресурсы и правила,

применяемые к данному устройству, зависят от конфигурации его локального домена.

Администраторы локального домена имеют возможность настраивать меры безопасности, управлять учетными записями пользователей и контролировать доступ к ресурсам, не прибегая к взаимодействию с внешними доменами, что способствует повышению уровня информационной безопасности [113, с. 82-88].

Домен в Active Directory может включать несколько локальных доменов, каждый из которых обладает своими уникальными настройками и политиками. Домен знаний способен прогнозировать ситуации путем их анализа, домен связан с когнитивным и социальным блоками. Блок когнитивный содержит соответствующие ему функции, например модели запоминания, хранения информации об анализируемом объекте производства. В социальном блоке хранятся решения, принятые коллективно, правила, установленные кругом лиц с целью поиска лучших решений для оптимизации.

Функционирование в системной среде непосредственно зависит от исправности работы всех блоков и их взаимосвязи. Создание правильной среды важно для:

- оценки верной информации в реальном масштабе времени и будущего ее комплексирования;
- сбора и хранения необходимой информации для обеспечения бесперебойной работы;
- образования общего производственно-управленческого пространства для обмена информацией.

Сетецентрическая система управления на основе цифровой платформы предприятия способна обеспечить задачи:

- осуществлять поиск информации о деятельности всех этапов производства и управления предприятием;
- проводить анализ действующих в работе процессов;
- сообщать о сбоях;

- оформлять документально анализируемые процессы и доводить их до управленческих решений.

Сценарий цифровой платформы достаточно эффективен и показывает себя с положительной стороны на предприятиях легкой и текстильной промышленности [3].

### **2.3 Разработка метода управления и принятия решений в условиях цифровой трансформации на основе сетецентрического подхода и объективных данных**

В «последние четыре года российский ИТ-рынок растет в два раза быстрее глобального: на 12% в год против 5%. В 2023 году он составил 3,2 трлн рублей, а к 2030 году достигнет 7 трлн. руб. Развитие индустрии тесно связано с возможностями цифровой трансформации отечественных компаний» [146].

Ожидается, что применение цифровизации позволит оптимизировать производительность труда на 25% к 2030 г. Следует лояльно отнестись к развитию цифрового управления предприятием и опираться на государственные новшества по регулированию финансовых и экономических положений страны. Взаимосвязь стратегии цифрового развития в процессе управления представлена на рисунке 2.9.



Рисунок 2.9 – Взаимосвязь стратегии цифрового развития в процессе управления

В соответствии с идеями Й. Шумпетера инновации способствуют развитию производственных предприятий, а также формированию новых экономических условий и систем управления.

Существующие смарт-системы с удалённым управлением, мониторинг потребления энергии как в организациях, так и в частном секторе, регулирование городской инфраструктуры и использование централизованных систем контроля. Предложение в области цифровых технологий обеспечивается активностью и разработками сектора информационно-коммуникационных технологий. Значимость цифровизации производственных и социально-экономических процессов управления представлена на рисунке 2.10.



Рисунок 2.10 - Значимость цифровизации производственных и социально-экономических процессов управления

Функционирование предприятий отрасли в этой сфере экономики связано с несколькими основными факторами: глобальными тенденциями цифровизации как в профессиональной, так и в личной сферах, государственной поддержкой ИТ-отрасли, вызванной геополитическими обстоятельствами, а также необходимостью формирования конкурентных преимуществ для национальной экономики. Метод включает непосредственное управление всеми процессами подготовки, планирования, управления предприятием на основе объективных

данных, что позволяет исключить ошибки на всех этапах и обеспечить высокую эффективность организации производства.

Модель экономики, подверженная влиянию технологической модернизации, трансформирует теории и концепции. Прогресс в области научно-технических достижений, в свою очередь, создает новые подходы к развитию хозяйственных процессов, где человеческий ресурс занимает одну из ключевых позиций [4]. Цифровые технологии предлагают широкий спектр возможностей для обработки больших объемов данных, установления деловых связей, создания интеллектуальных и информационных платформ и многого другого.

Это, в свою очередь, способствует возникновению новых форм взаимодействия и отношений, направленных на достижение общих целей. В качестве метода управления предприятием, можно рассматривать обеспечение взаимодействия единой информационной производственной системы с пространственной производственной системой на основе сетецентрического подхода, представленного на рисунке 2.11.



Рисунок 2.11 – Архитектура ИАС управления современным предприятием текстильной и легкой промышленности

*Источник: Разработано автором по результатам исследования*

Стратегия цифрового развития предприятия должна учитывать масштабность трансформации, поэтому в целях первичной цифровизации предприятия целесообразно испытание указанного метода на небольшом участке производства с возможностью масштабирования, при успехе испытаний, на весь цикл производства [68, с. 19].

Более подробно для анализа можно рассматривать ячеистую пространственную структуру бизнес-процессов производства в виде рядной или кольцевой структуры (рис. 2.12) [22, с. 11].

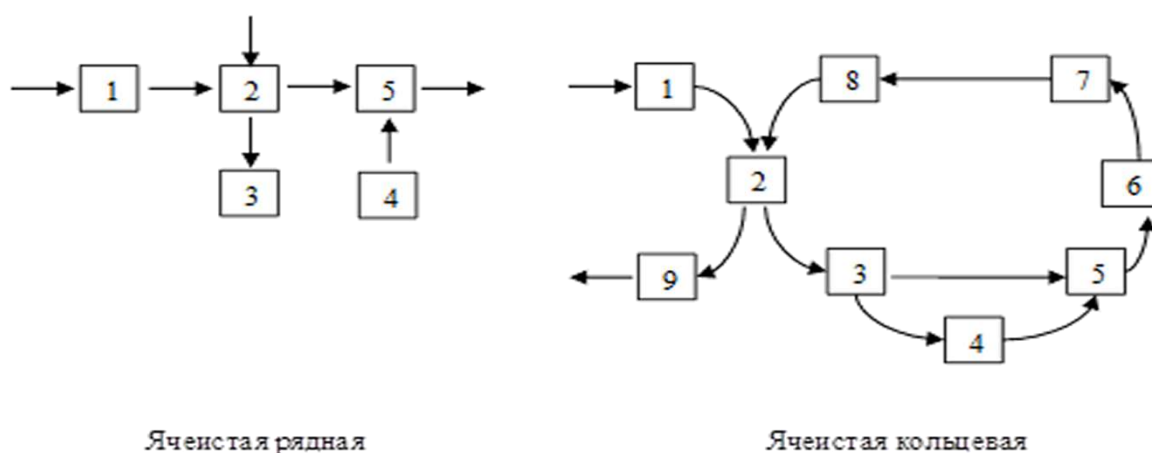


Рисунок 2.12 – Варианты ячеистой пространственной структуры производственного бизнес-процесса [22, с. 11]

Для ячеистой структуры характерно предметное построение участков производства, а для целей цифровизации более целесообразным представляется интегрированное построение. Для достижения максимального эффекта от цифровой трансформации производственных процессов необходимо комплексно использовать традиционные методы. Это оказывает значительное влияние на результаты и эффективность экономической трансформации страны. В процессе адаптации к новым технологическим условиям происходит реорганизация, трансформация видов, форм и уникальных характеристик бизнес-моделей.

В качестве методов управления цифровым предприятием может рассматриваться поточный и групповой методы организации на базе ячеистой производственной структуры с параллельно-последовательной и

последовательной передачей предметов труда на основе широкого применения сквозных технологий. Предиктивная аналитика представляет собой метод, который использует статистические методы и машинное обучение для предсказания событий на основе данных из прошлого. В крупных текстильных компаниях такие системы способны предсказывать возможные неисправности пит-регуляторов и оптимизировать графики производства.

Производители текстильной продукции могут значительно улучшить свою операционную эффективность благодаря аналитическим и прогнозным сервисам. Эти системы интегрируют данные из разных источников, что позволяет в реальном времени предсказывать качественные характеристики молока и рыночные цены. Например, скорость производства можно прогнозировать на 8 недель вперед, а содержание брака — на 18 месяцев [56, с. 37].

Основные направления в области промышленных технологий в настоящее время тесно связаны с искусственным интеллектом. «Умные» устройства и системы становятся ключевыми элементами в оптимизации бизнес-процессов, выходя за пределы простой автоматизации рутинных операций. Они теперь служат инструментами для прогнозирования рисков, управления ресурсами и повышения общей эффективности. В связи с этим бизнес, осознавая их возможности, активно начинает их внедрение [62, с. 43].

В 2024-2025 годах цифровизация промышленности не останавливается, несмотря на внешние вызовы: 70% предприятий сохраняют уровень инвестиций в технологическое развитие, а более 35% планируют увеличить капиталовложения. Методы внедрения ИИ на предприятия легкого и текстильного производства гарантируют массовое производство и включают в себя следующие функции [112, с. 320]: раскройка, обработка необходимых деталей, состыковка отдельных деталей, отделка. На сегодняшний день искусственный интеллект является частью стратегий большинства организаций. Более 25% промышленных компаний в России уже успешно интегрировали ИИ, и примерно 30% планируют сделать это.

Под искусственным интеллектом понимается множество технологий, однако наибольшее внимание привлекают те решения, которые могут существенно улучшить эффективность производственных процессов и гарантировать высокий уровень безопасности для сотрудников [39, с. 32-40]. ИИ умеет отличать брак в производстве в цифровом варианте, что сокращает брак ручного труда и сокращает операции контроля. При раскройке материала применяются станки с программным управлением, способные разрабатывать шаблоны, преобразовать анализируемые данные в макеты и редактировать их [58, с. 31].

В течение последних десяти лет затраты на охрану труда на одного работника возросли более чем в 2,5 раза, и эта тенденция продолжает усиливаться, что вполне предсказуемо. Это связано не только с ужесточением норм законодательства, но и с желанием компаний улучшить свою репутацию и сократить расходы, связанные с простоями. В итоге, вложения в цифровые технологии для обеспечения безопасности остаются в числе приоритетных направлений. Ещё один аспект, который затрудняет цифровую трансформацию, касается кадрового обеспечения. Острая нехватка специалистов в области автоматизации, цифровизации предприятий текстильной и легкой промышленности вызвана спадом отечественного производства и тяжелого положения предприятий, несмотря на активную поддержку со стороны государства отрасли.

Осуществим моделирование целесообразности производства [160]. «Для математической модели технологически ориентированного предприятия задано максимально допустимое множество видов продукции (номенклатура)  $I$ , для производства которых необходимо множество бизнес-процессов  $J$ . Для каждого вида продукции задан вектор, определяющий последовательность использования бизнес-процессов для ее производства  $J_i \subset J$ , т. е. не каждый бизнес-процесс  $j$  участвует в процессе производства продукции  $i$ . Для каждого бизнес-процесса  $\forall j \in J$  заданы: стоимость основных средств  $c_j$ , а также мощность (пропускная способность)  $b_j$ . Для каждого вида продукции  $\forall i \in I$  заданы затраты

на ее производство  $a_{ij} > 0$  на каждом бизнес-процессе  $j_i$  и получаемая при реализации каждой единицы продукции прибыль  $f_i$ .» [160]

«Инвестиции на создание фирмы ограничены величиной  $D$ . В качестве независимых переменных используется величина  $x_i$ , характеризующая объем производства продукции  $i$ . Предлагаемая модель позволяет оценить не только перспективную номенклатуру продукции, но и, косвенно, возможные стратегические зоны хозяйствования, если, например, считать разными видами продукции, реализуемые в различных стратегических зонах хозяйствования. В этом случае будет целесообразно использовать следующий критерий эффективности производства  $F$  (максимизация прибыли):

$$F = \sum_{i \in I} p_i f_i x_i \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

где  $p_i$  – вероятность реализации продукции  $i$  в текущем периоде.

Дано множество видов продукции  $I$ . Инвестиции на производство ограничены величиной  $D = D_1 + D_2$ , где  $D_1$  – инвестиции в основные средства, а  $D_2$  – в оборотные. Разграничение между инвестициями в основные и оборотные средства заранее не установлено, поэтому предполагается рассмотрение нескольких вариантов. Требуется определить вид продукции из заданного множества  $i \in I$  и объем ее выпуска, обеспечивающего максимизацию прибыли за счет масштабов производства и применения инновационных технологий и организации экономической деятельности. В качестве независимой переменной примем величину  $x_i$ , представляющую объем выпуска продукции  $i \in I$ . Определена также цена за единицу продукции  $c_i$ .» [160].

«Для каждого вида продукции из заданного множества  $\forall i \in I$  определено множество компонент, необходимых для создания единицы продукции  $i$  и, соответствующих операций цепочки добавленной стоимости  $j_i \in J_i$ . Каждую операцию цепочки добавленной стоимости  $\forall j_i \in J_i$  можно представить как бизнес-процесс в составе производственной структуры фирмы. При этом любой реализованный бизнес-процесс  $\forall j_i \in J_i$  характеризуется  $\{d_{k,j,i}, q_{k,j,i}\}$ , где  $d_{k,j,i}$  – вариант величины производственной мощности  $k$  ( $k = 1, 2, \dots$ ), а  $q_{k,j,i}$  – инвестиции, необходимые для создания этого варианта бизнес-процесса для

данной продукции. Для каждого вида продукции  $\forall i \in I$  и для всех компонентов  $j_i$ , необходимых для создания единицы этой продукции задано множество

$$\{a_{i,j}, b_{i,j}, p_{i,j}\}, \text{ где}$$

$a_{i,j}$  – переменные затраты на создание единицы продукции  $i$  с использованием бизнес-процесса  $j$ ;

$b_{i,j}$  – величина производственной мощности, необходимой для создания единицы продукции  $i$  с использованием бизнес-процесса  $j$ ;

$p_{i,j}$  – стоимость покупки необходимых для создания единицы продукции  $i$  компонент у стороннего производителя в случае нецелесообразности создания бизнес-процесса  $j_i$ . Последний параметр с учетом объемов производства  $x_i$  определяет объем внешних поставок в логистической системе фирмы компоненты  $j_i$ » [160].

«Каждая необходимая единица продукции произведена на фирме с использованием бизнес-процесса, представляющего операцию цепочки добавленной стоимости, или получена от партнера с использованием функционирующей на фирме логистической системы. Поэтому возникает необходимость в привлечении дополнительной независимой булевой переменной, принимающей два значения:

$$y_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{если операция } j_i \text{ представлена бизнес – процессом в составе} \\ & \text{производственной структуры фирмы,} \\ 0, & \text{если операция } j_i \text{ как бизнес – процесс не включена в производственную} \\ & \text{структуру фирмы.} \end{cases}$$

Если операция  $j_i$  включена как бизнес-процесс в состав производственной структуры, то величина добавленной стоимости в продукции составляет  $(a_{i,j} + b_{i,j})$ . Если операция  $j_i$  не включена в состав производственной структуры, то величина добавленной стоимости в продукции составляет  $p_{i,j}$ . При включении в состав производственной структуры фирмы бизнес-процесса любой операции  $j_i \in J_i$  необходимые инвестиции в основные средства определяются величиной

$$q_{k,i,j} \text{ при } b_{i,j}x_i \leq d_{k,i,j}, \quad k = 1, 2, \dots, \quad (*)$$

Тогда задача оценки целесообразности производства состоит в определении такого вида продукции  $i \in I$ , объема производства  $x_i$  и состава

бизнес-процессов из операций цепочки добавленной стоимости, определенных на множестве значений переменных  $\{y_{i,j}\}$ , которые доставляют максимум функционалу, характеризующему величину прибыли, т.е.

$$F = \max_i \sum_{j_i \in J_i} x_i (c_i - (a_{i,j} + b_{i,j})y_{i,j} - p_{i,j}(1 - y_{i,j})) \quad (2.2)$$

при выполнении ограничения

- на величину располагаемых инвестиций в основные средства  $D_1$ , т.е.

$$\sum_{j_i \in J_i} q_{k,i,j} y_{i,j} \leq D_1 \text{ для } \forall i \in I, \text{ где } k \text{ определяется из условия (*)}.$$

- на величину располагаемых инвестиций в оборотные средства  $D_2$

$$x_i \sum_{j_i \in J_i} a_{i,j} y_{i,j} + p_{i,j}(1 - y_{i,j}) \leq D_2 \quad (2.3)$$

- на объем выпуска продукции  $i$

$$x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}, \text{ где} \quad (2.4)$$

$x_i^{\min}$  – определяется исходя из вероятной точки безубыточности объемов производства продукции  $i$ ;

$x_i^{\max}$  – определяется исходя из максимальной прогнозируемой величины спроса на продукцию  $i$ .

При этом необходимо учитывать, что часть операций цепочки добавленной стоимости должны обязательно присутствовать в составе производственной структуры предприятия. Необходимые для производства продукции фирмы компоненты могут, как производится как самой фирмой, так и поставяться другими субъектами рынка, так как все зависит от соотношения между величинами  $(a_{i,j} + b_{i,j})$  и  $p_{i,j}$ » [160].

«Существуют и другие ситуации, при которых возможности используемой операции  $j_i$  невозможно использовать полностью, а применяемое оборудование для функционирования этой операции является весьма дорогостоящим. Если операция  $j_i$  является технологической, т.е. результатом ее выполнения является очередная обработка необходимой для продукции компоненты, то эту операцию необходимо включить в состав производственной структуры предприятия. Если результат выполнения операции  $j_i$  является компонента, которая в дальнейшем направляется на сборку изделий, то выполнение этой операции может

осуществляться другим производственным партнером» [160]. Несмотря на существующие трудности, цифровизация предоставляет российскому бизнесу множество возможностей, в том числе текстильной и легкой промышленности. Она способствует общему повышению эффективности, оптимизации рабочих процессов, ускорению выхода на рынок и созданию новых товаров и услуг.

### **Выводы по второй главе**

Во второй главе проведен анализ цифровых и инновационных технологий повышения эффективности производственного менеджмента. Разработан оригинальный метод на основе сетецентрического подхода и объективных данных. Сетецентрический подход способен качественно поднять уровень цифровизации предприятий во многом благодаря принципу распределённости, который подразумевает наличие данных в режиме реального времени у всех подразделений предприятия в целях принятия эффективных управленческих решений. Ключевым элементом данной системы является сетевая структура, объединяющая исполнителей, ресурсы, данные и процессы в единую модель управления. Описана гибридная информационно-аналитическая система, состоящая из облачных компонентов и отображающая всех участников, а также даны рекомендации по применению данной системы для специфики предприятий текстильной и легкой промышленности:

- Заказчик системы, является покупателем.
- Разработчик системы разрабатывает ее и осуществляет сопровождение практически на всех этапах жизненного цикла ИАС.
- Поставщик услуги, создающий основную версию сервиса, основываясь на обобщенных требованиях рынка, осуществляет ее поддержку и прекращает обслуживание, если не поступают запросы на аренду данного сервиса.
- Интегратор облачных решений, который осуществляет контроль на соответствие требований клиента рыночным предложениям, настраивает нужные сервисы, интегрирует их и обеспечивает поддержку в соответствии с запросами клиента.

Определены и описаны основные этапы цифровизации производства и особенности применения сквозных технологий на предприятиях текстильной и легкой промышленности. Для повышения конкурентоспособности важно работать с цифровыми современными производствами, а также активно реагировать на происходящие на рынке и в стране изменения, от этого зависит успешность фирмы и оборот производства.

Данный подход, в зависимости от подотрасли легкой промышленности и масштабов деятельности предприятия может быть дополнен определёнными функциями, а также усилен контролем специалистов -технологов, особенно на этапе проверки цифровой технологической карты, предложенной специальным программным обеспечением. Предложенный метод предполагает экономию средств на создание технологических карт и раскрой изделий, что минимизирует образование брака в производственном процессе.

Сотрудничество с клиентами и поставщиками способствует ускорению производственных процессов, в то время как применение искусственного интеллекта существенно повышает экономическую эффективность, открывая новые возможности для развития бизнеса. Интеграция этих технологий значительно усиливает безопасность производства и снижает риски, путем ускорения реагирования на инциденты и различные события на всех этапах.

Апробация и внедрение метода повышения эффективности производственного менеджмента на основе сетецентрического подхода позволил предприятиям (АО «Салют» и др.) организовать сбор объективных данных и повысить эффективность управления производственными бизнес-процессами на 9-11%.

Результаты исследований в рамках второй главы опубликованы автором в статьях [156,157,159,160,162,163,168,169,170,176,181,182,183,187,188,189, 190].

### **3. Метод принятия управленческих решений в процессе информационно-аналитической поддержки управления производством на предприятиях текстильной и легкой промышленности**

#### **3.1 Разработка критериев эффективности производственного менеджмента и моделирование процессов управления на предприятиях отрасли**

Критериальное моделирование позволяет осуществлять прогноз событий и видеть обоснование прогноза в дальнейшей реализации производственных процессов [145]. Оно может быть применено как для анализа и управления бизнес-процессами, происходящих в действующих системах (их функционирование), так и при разработке новых производственных систем для создания их структур. Разработанные критерии реализуют оптимальное управление активами и ресурсами промышленного предприятия в условиях цифровизации.

При принятии управленческих решений необходимо однозначное понимание того, какой результат нужно получить и каким образом будет учитываться его эффективность. В общем случае это могут быть критерии эффективности, пригодности или критерии оптимальности, которые и позволяют осуществить выбор наилучшей альтернативы. Это сложная задача и она должна основываться на применении методов оптимизации и моделирования сложных социально-экономических систем.

#### ***Критерий определения максимального выпуска продукции промышленного предприятия***

Задача моделирования заключается в определении максимального выпуска продукции промышленного предприятия  $\{x_{i,j}\}$ , при котором объем выпуска в стоимостном выражении достигает максимума:

$$\sum_i \sum_j c_i x_{i,j} \rightarrow \max \quad (3.1)$$

где  $C_i$  - цена продукта в этой зоне,  $X_{i,j}$  - объем продаж по каждому виду продукции.

при выполнении следующих ограничений:

- планируемый объем продукции ограничен возможностями каждого предприятия:

$$\sum_i a_{i,j} x_{i,j} \leq d_j \text{ для } \forall j \in J, \quad (3.2)$$

- выпуск любой продукции  $i$  на предприятии  $j$  должен быть рентабелен, т.е. объем выпуска продукции  $i$  должен быть больше  $f_{i,j}$ , что определяется точкой безубыточности для предприятия  $j$ ,

$$x_{i,j} \geq f_{i,j} \text{ для } \forall j \in J \text{ и } \forall i \in I, \quad (3.3)$$

- объем выпуска каждого вида продукции ограничен сверху:

$$x_{i,j} \geq b_{i,j} \text{ для } \forall i \in I, \quad (3.4)$$

Решение задачи позволяет определить наилучший ассортимент выпускаемой продукции с точки зрения использования ресурсов, которыми располагает предприятие.

При этом соотношение между отпускной ценой  $c_i$  продукции  $i$  и затратами на ее производство  $a_{i,j}$  определяют рентабельность продукции  $\forall i \in I$  на предприятии  $j$ . А разность между выручкой  $\sum_j \sum_i c_i x_{i,j}$  и затратами на производство  $\sum_i \sum_j a_{i,j} x_{i,j}$  характеризует прибыльность.

Далее задача состоит в определении такой инвестиционной и инновационной политики, которая обеспечит эволюционное преобразование архитектуры предприятия в соответствии с видением из текущего состояния исходя из минимизации привлекаемых инвестиций. Предположим, что задано множество выпускаемых видов продукции  $I$  и других организаций, задействованных в ее выпуске  $J$ .

В качестве независимых переменных принимается объем выпуска продукции  $i$  на предприятии  $j$   $x_{i,j}$ . А для каждого вида продукции  $\forall i \in I$  заданы ограничения по объему выпуска  $b_{i,j,min} \leq x_{i,j} \leq b_{i,j,max}$ , которые диктуются эффективным использованием проектируемого к установке или продолжением использования существующего оборудования и технологии на предприятии  $j \in J$ .

Кроме того, для каждого вида продукции  $\forall i \in I$  задан вектор  $\{a_{i,j}\}$ , характеризующий удельные капиталовложения, приходящиеся на организацию

выпуска единицы продукции. Тогда задача определения инвестиционной политики кластера заключается в определении минимума инвестиций на организацию заданного объема выпуска продукции:

$$\sum_i \sum_j a_i x_{i,j} \rightarrow \min \quad (3.5)$$

При этом должны выполняться технологические ограничения по объему выпуска каждого вида продукции  $b_{i,j,\min} \leq x_{i,j} \leq b_{i,j,\max}$  для  $\forall j \in J$ .

Представленные модели позволяют в интерактивном режиме выбрать приемлемый вариант развития предприятий отрасли.

В настоящее время анализ функциональных моделей осуществляется на качественном уровне, включая исследование структуры взаимосвязей между отдельными функциями моделируемого бизнес-процесса, а также сопоставление различных структур процессов и самих процессов друг с другом.

В ограниченном числе доступных источников и материалов по методологии функционального моделирования отсутствует информация о методах аналитического количественного анализа функциональных моделей и связанных с ними процессах [140, с. 988].

Функциональная модель, представляющая две сложные взаимодействующие системы с противоположными целями, иллюстрирует противостояние двух сложных, например, конкурирующих систем [42, с. 61].

Логико-информационное управление задачами производственных бизнес-процессов предлагается реализовать в форме, представленной на рисунке 3.6. Такая математическая постановка разработана А.В. Маслобоевым и вполне применима для управления промышленным предприятием [67,68].

Для оценки состояния предлагаются показатели, формирующие методы управления бизнес-процессами [98]. Общая схема информационной поддержки объекта управления представлена на рисунке 3.1. Регулятором компенсаций возмущений может быть инструмент поддержки информации от негативного влияния внешней среды.

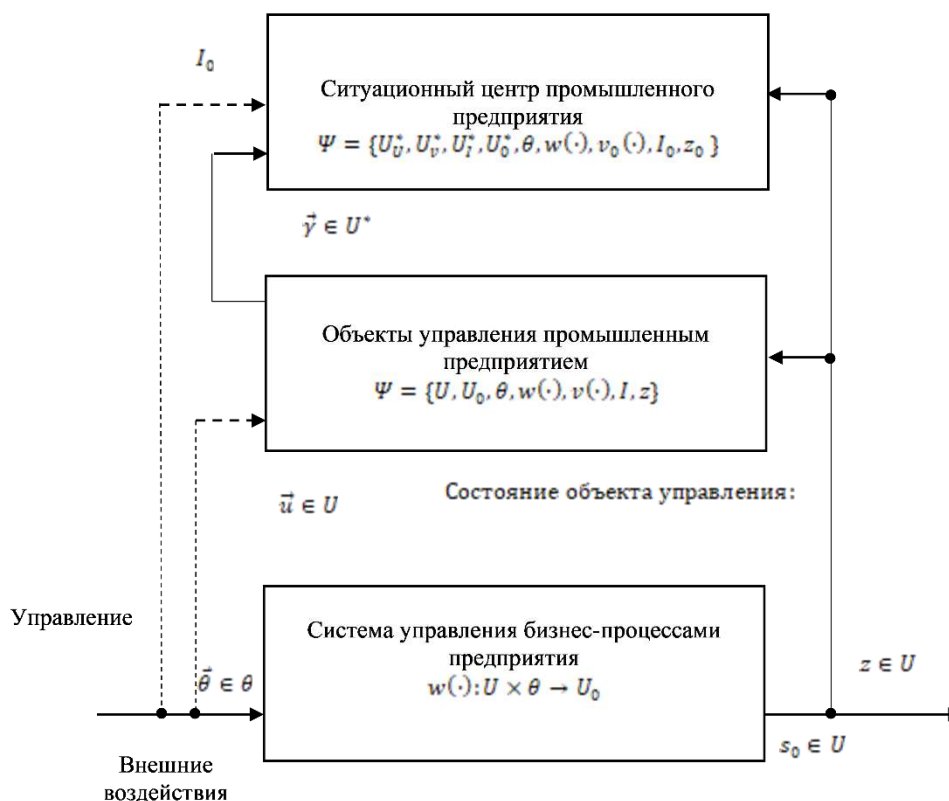


Рисунок 3.1 – Модель реализации управления бизнес-процессами промышленного предприятия [67,68]

Рассмотрим моделирование с точки зрения эффективности и безопасности внедряемых систем с и применением подходов DEA-моделирования. Разработанные модели являются разновидностями применения двухфакторного DEA-подхода по различным вариантам управления, кластеризации, нахождения устойчивых коалиционных структур, схожих по динамике эффективности в процессе цифровизации производства.

***Критерий минимизации общих затрат предприятия без учёта затрат на цифровизацию***

Целевая функция (минимизация общих затрат без учёта затрат на цифровизацию) имеет вид:

$$f = \sum_{i=1}^n C_i X_i - \sum_{i=1}^n C_i Z_i \rightarrow \min *$$

где  $x_i$  – общее количество мероприятий по  $i$ -му виду деятельности;

$Z_i$  – количество мероприятий по упорядочиванию  $i$ -го вида деятельности.

$c_i$  – затраты на одно мероприятие по  $i$ -му виду деятельности.

Последнее ограничение означает, что количество мероприятий по цифровизации  $i$ -го вида деятельности не может быть больше общего количества мероприятий по  $i$ -му виду деятельности.

$$C_1 \leq \sum_{i=1}^n C_i Z_i \leq C_2,$$

где  $C_1, C_2$  — минимально и максимально допустимые затраты на цифровизацию.

Таким образом, задача минимизации сводится к нахождению переменных  $x_i$  ( $i=1, \dots, n$ ), и  $Z_i$  ( $i=1, \dots, n$ ), обеспечивающих минимизацию критерия \* при соблюдении ряда ограничений.

***Критерий оптимального управления активами группы промышленных предприятий (ассоциации промышленных предприятий отрасли) в процессе цифровизации производства с учетом распределенных во времени инвестиций и их влияния на долгосрочную эффективность***

Сформулируем задачу в формате динамического программирования, представленную в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Исходные данные для динамического программирования

	Предприятие 1	Предприятие 2	-	Предприятие $i$		Предприятие $n$
Cost	$g_1(x_1)$	$g_2(x_1)$		$g_i(x_1)$		$g_n(x_1)$
T	$g_1(x_2)$	$g_2(x_2)$		$g_i(x_2)$		$g_n(x_2)$
-	-	-	-	-		-
A	$g_1(x_n)$	$g_2(x_n)$		$g_i(x_n)$		$g_n(x_n)$

Применение динамического программирования и функции оптимизации Беллмана позволит решить задачу оптимального распределения различных категорий активов (финансов, труда и т.д.) на предприятия с учетом суммарной эффективности ( $g_i$ ) вложений.

***Критерий нечеткой оптимизации управления производственных бизнес-процессов***

Даны  $Y$  - произведенная стоимость,  $K$  - капитал,  $L$  - труд в денежном выражении, коэффициент технической эффективности фирмы  $T = Y / (K+L)$ , эквивалентный параметр оценки эффективности  $S=1/T$ .

«Под нечеткой целью подразумевается цель, которую можно описать как нечеткое множество в соответствующем пространстве. Пусть  $X$  — заданное множество альтернатив. Тогда нечеткая цель, или просто цель,  $G$  будет определяться фиксированным нечетким множеством  $G$  в  $X$ » [151].

«Подобным же образом нечеткое ограничение  $C$  в пространстве  $X$  определяется как некоторое нечеткое множество в  $X$ . Важным моментом здесь является то, что и нечеткая цель, и нечеткое ограничение рассматриваются как нечеткие множества в пространстве альтернатив; это дает возможность не делать между ними различия при формировании решения. Проблема принятия решения в нечетких условиях интерпретируется, тогда как комплексное влияние нечеткой цели  $G$  и нечеткого ограничения  $C$  на выбор альтернатив и характеризуется пересечением  $G$  и  $C$ , которое и образует нечеткое множество решений  $D$ » [151], т.е.

$$D = G \cap C. \quad (3.9)$$

Функция принадлежности для множества решений задается соотношением [151]:

$$\mu_D(x) = \mu_G(x) \wedge \mu_C(x) \quad (3.10)$$

«В общем случае, если имеется  $n$  нечетких целей и  $m$  нечетких ограничений, то результирующее решение определяется пересечением всех заданных целей и ограничений» [151], т.е.

$$D = G_1 \cap \dots \cap G_n \cap C_1 \cap \dots \cap C_m \quad (3.11)$$

и, соответственно,

$$\mu_D(x) = \mu_{G_1}(x) \wedge \dots \wedge \mu_{G_n}(x) \wedge \mu_{C_1}(x) \wedge \dots \wedge \mu_{C_m}(x). \quad (3.12)$$

Представление преобразований данных в виде орграфа соответствует современным тенденциям графового моделирования распределенных систем, включая киберфизические.

### ***Модель оптимизации плана выпуска швейной продукции по критерию максимума прибыли***

Любая задача принятия решения включает множество контролируемых (управляемых) факторов —  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , выбор численных значений которых



При этом  $a_{ij}, b_i, c_j$  ( $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ ) – заданные постоянные величины. Задача состоит в нахождении оптимального значения функции (3.14) при соблюдении ограничений (3.15) и (3.16). Наиболее универсальным и широко распространенным методом решения задач линейного программирования является симплекс-метод, который позволяет получить точное решение за конечное количество шагов [188]. Исходные данные для решения задачи оптимизации плана производства по выпуску швейных изделий на примере продукции фабрики детской одежды «Салют» представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Себестоимость производства швейных изделий

Наименование продукции	Себестоимость, т.р.	Цена, т.р.	Прибыль с единицы продукции (C1), т.р.	Трудоемкость изготовления изделия, час.
Блузка, м.г.	5,967	3,729	2,238	1,41
Блузка, с.г.	7,603	4,752	2,851	1,41
Блузка, подр.	8,07	5,043	3,027	1,41
Жакет, дев. с.г.	16,641	10,401	6,24	2,09
Жилет, д., м.г.	9,135	5,709	3,426	1,4
Жилет, д., с.г.	11,598	7,249	4,349	1,4
Жилет, д., подр.	12,487	7,805	4,682	1,4
Сарафан, м.г.	11,713	7,321	4,392	1,33
Сарафан, с.г.	9,542	5,964	3,578	1,33
Сарафан, подр.	10,316	6,447	3,869	1,33
Юбка, м.г.	6,645	4,153	2,492	0,89
Юбка, с.г.	7,104	4,44	2,664	0,89
Юбка, подр.	7,892	4,932	2,96	0,89
Пиджак, м.г.	13,99	8,743	5,247	2,31
Пиджак, с.г.	15,637	9,773	5,864	2,31
Пиджак, подр.	17,533	10,952	6,581	2,31

При решении задачи были заданы ограничения на суммарную трудоемкость изделий по плану производства – 8000 час., а также ограничения на минимальный и максимальный выпуск швейных изделий, представленные в таблице 3.3. При этом ограничения на минимальный объем выпуска были связаны с уже имеющимися заказами на соответствующие изделия, а

ограничения на максимальный объем выпуска – со спросом на соответствующие изделия.

Таблица 3.3 - Минимальный и максимальный объемы выпуска продукции

Наименование продукции	Минимальный объем производства	Максимальный объем производства
Блузка, м.г.	28	800
Блузка, с.г.	24	800
Блузка, подр.	12	800
Жакет, дев. с.г.	28	500
Жилет, д., м.г.	28	500
Жилет, д., с.г.	24	500
Жилет, д., подр.	24	500
Сарафан, м.г.	12	500
Сарафан, с.г.	34	500
Сарафан, подр.	67	500
Юбка, м.г.	12	500
Юбка, с.г.	24	400
Юбка, подр.	24	400
Пиджак, м.г.	45	400
Пиджак, с.г.	33	300
Пиджак, подр.	28	300

Для решения оптимизационной задачи использовалась опция «Поиск решения» в EXCEL. Оптимальные объемы производства изделий приведены в таблице 3.4 вместе с данными о существующем плане производства.

Таблица 3.4 - Оптимальные объемы производства швейных изделий

Наименование продукции	Оптимальный объем производства	Существующий объем производства
Блузка, м.г.	28	400
Блузка, с.г.	24	400
Блузка, подр.	12	497
Жакет, дев. с.г.	500	769
Жилет, д., м.г.	500	201
Жилет, д., с.г.	500	201
Жилет, д., подр.	500	202
Сарафан, м.г.	500	217
Сарафан, с.г.	500	217
Сарафан, подр.	500	218
Юбка, м.г.	500	202
Юбка, с.г.	400	202
Юбка, подр.	400	201
Пиджак, м.г.	98	400
Пиджак, с.г.	300	400
Пиджак, подр.	300	337

В случае реализации оптимального плана производства фабрика детской одежды АО «Салют» получит прибыль 23,2 млн. руб., тогда как существующий план позволит получить только 21,7 млн. руб., то есть произойдет увеличение прибыли на 1,5 млн. руб. или на 7 %.

### **3.2 Цифровая трансформация производства на предприятиях текстильной и легкой промышленности**

Цифровая трансформация недопустима без должного контроля за этапами производства. Технологические процессы, проводимые при разработке продукции должны соответствовать всем необходимым условиям. В связи с этим, требуется рост эффективности производственных процессов, которые будут влиять на качество и ассортимент продукции [81, с. 97]. На автоматизированных предприятиях, по оценкам, примерно 70% задач выполняется высокоавтоматизированным оборудованием, в то время как оставшиеся 30% выполняют люди.

Следует интегрироваться, опираясь на все производственные и управленческие процессы предприятия, создавая собственные цифровые технологические процессы, отбирая проверенных производителей и поставщиков. Применение искусственных нейросетей должно приносить пользу и опираться на спрос [138, с. 101].

По итогам 2023 года 81 компания, ранее не использовавшая ИИ, заявила о намерении интегрировать эти технологии в течение ближайших трех лет. Если эти проекты будут успешно реализованы, количество таких организаций может увеличиться на 12%. Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что компании, не применяющие ИИ, рискуют отстать от своих конкурентов, упуская возможности для роста и конкурентные преимущества на рынке.

Чтобы описанные выше технологии работали исправно, необходимо настраивать их с учетом технологических характеристик. Технологические характеристики оборудования и цифровые технологические карты в большей доле увеличат производительность компании, а также сделают процесс

производства проще и прозрачнее. Но для этого необходимо тщательно проверить соответствие технологической карты на возможный ряд ошибок, чтобы избежать непредвиденных проблем производства. База данных технологических карт в этом случае сможет предсказать конкретные случаи возникновения определенных событий в процессе реализации производственных операций. Диагностика определенных ситуаций позволяет осуществить выбор в базе правил и сделать вывод соответствующей логической операции. Такой процесс является циклическим и называется поиском по образцу.

Поиск по образцу предвидит общую информацию об объекте и формирует требуемое правило. Для реализации предложенной системы необходима определенная технологическая последовательность пошива моделей одежды (или изготовления любой другой продукции на предприятиях легкой промышленности). Для чего необходимо:

1. Создать базу данных с описанием технологического процесса для этапов пошива изделий.
2. Разработать свод правил, содержащих рекомендации и возможные ситуации.
3. Разработать конечный алгоритм действий для реализации рекомендаций.
4. Разработать интерфейс программы.

Процесс вывода продукционной системы представлен на рис. 3.2 [75, с. 50-52].

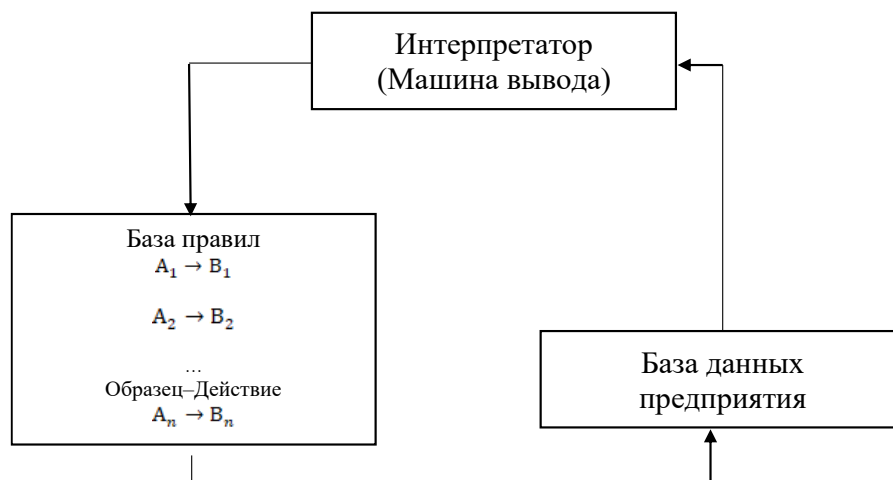


Рисунок 3.2 – Пример продукционной системы [75, с. 50-52].

Применение методов совершенствования технологического процесса для пошива одежды в предприятиях легкой и текстильной промышленности зависит от предъявляемых управленцами задач, важно распределить все задачи между персоналом с целью лучшей оптимизации.

Программно-аппаратный комплекс, используемый этими устройствами, может включать в себя геопозиционные системы и интеллектуальную обработку информации. Такой метод способствует созданию более целостной системы безопасности, что особенно актуально в тех случаях, когда отдельные решения не обеспечивают необходимой эффективности.

Указанный процесс может быть дополнен и уточнен. В предыдущей модели при выводе результата технолог должен был проверять предложенную искусственным интеллектом технологическую карту на ошибки [66]. Схема цифровизации производственного процесса представлена на рисунке 3.3.

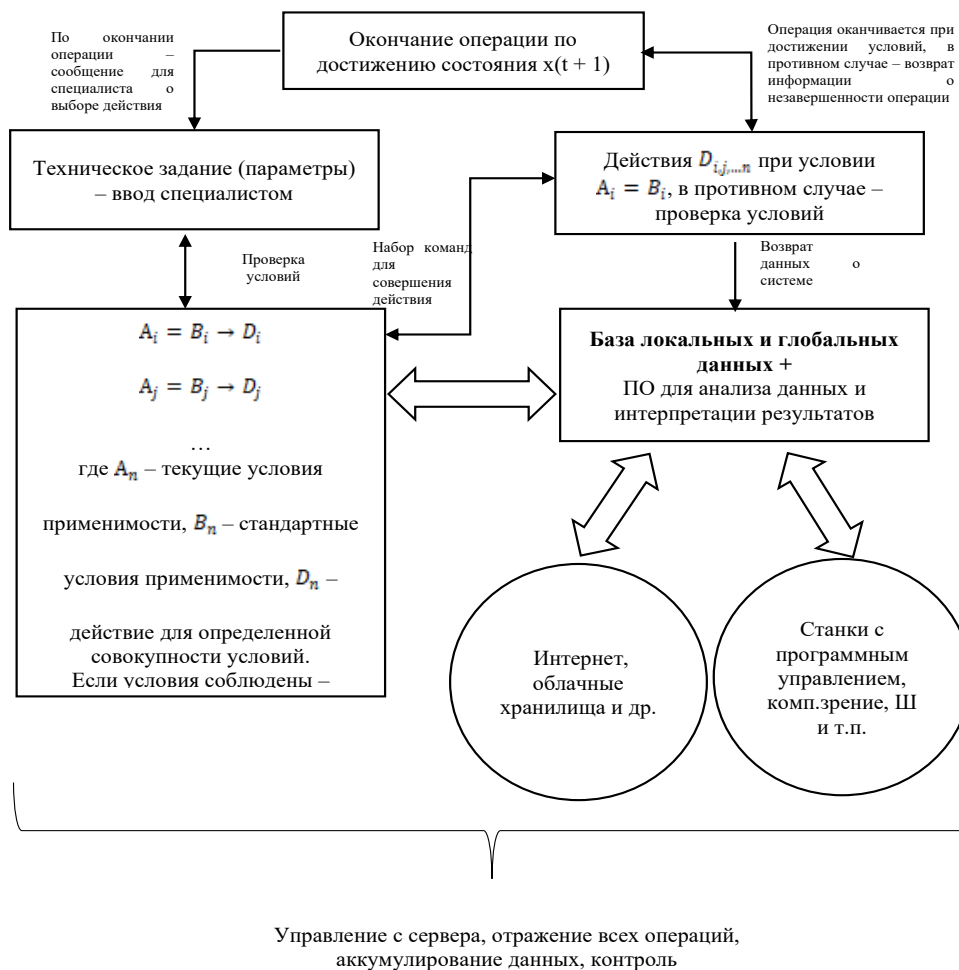


Рисунок 3.3 – Схема цифровой трансформации производственных процессов

На первом этапе на швейном предприятии, происходит подготовка ткани, когда осуществляется проверка ткани на дефекты и качество, которое должно соответствовать заявленному в начальных параметрах. Технолог задает параметры, а ИИ оценивает ткань на соответствие образцу, о котором в базе данных имеются сведения, представляющие собой совокупность знаний о конкретном виде ткани, поскольку их может быть различное количество вариаций (по толщине, по оттенку и т.п.) [94, с. 93].

На основании сбора данных и их анализа, программный комплекс принимает решение о передаче процесса на следующий этап. Например, если какая-либо линия повреждена и есть при этом рабочая, устройства перемещения полуфабриката игнорируют нерабочую линию и помещают полуфабрикат на рабочую. Участие сотрудника в данном процессе заключается только в контроле операций.

В случае, если системой обнаружена переработка сотрудника определенного этапа производства по количеству часов, на дисплее, предназначенном для конкретного этапа (цеха, линии), отображается сообщение об ошибке. Здесь пользователь может выбрать – продолжить работать или разлогиниться. В реальном времени данные процессы отслеживаются руководителем цеха или линии, отвечающему за все рабочие процессы на конкретном этапе производства.

В базу глобальных и локальных знаний загружаются сведения со станков и линий на производстве об их состоянии, количестве полуфабриката и др., обратная связь осуществляется из базы знаний в направлении этапа проверки условий применимости. Здесь может присутствовать специалист, например, в случае, если система делает запрос о том или ином действии. Из облачного хранилища сведения подгружаются в базу знаний и наоборот – база знаний отдает отчеты о работе системы в целом и ее отдельных элементов. Например, это может быть отчет о работе специализированного программного обеспечения, приложений и др.

Это очень удобно, особенно если ПО или само оборудование новое и еще нет достаточных данных об его использовании [104, с. 4-13]. В случае идеального совпадения условий со стандартными, при отсутствии ошибок и повреждений, выполняется действие. Данный процесс можно обозначить как операцию импликации [51, с. 419]:

$$A_i = B_i \rightarrow D_i, \quad (3.17)$$

где  $A_i$  – текущие условия применимости,  $B_i$  – стандартные условия применимости,

$D_i$  – действие для определенной совокупности условий.

Если какое-либо из условий совокупности  $A_n$  не соблюдается, выводится сообщение о соответствующей ошибке, равной неприменимому условию (например, ткань имеет дефект  $\alpha_n$ ). Тогда специалист совершает действия, например, по устранению дефекта, и снова задает параметры производства. Действие совершается только при совпадении условий, в противном случае выводится ошибка о проверке условий. То есть здесь происходит операция двойного контроля.

Операция заканчивается при достижении условия  $x(t + 1)$ . Если система при осуществлении анализа совпадения условий окончания операции выявила, что операция не окончена, выводится сообщение об ошибке и происходит возврат в состояние действия, при котором снова должны быть проверены условия применимости [123, с. 407]. Сообщения об ошибках являются очень важными, поскольку позволяют обучать нейросеть и вводить в базу локальных и глобальных данных эти данные. На рисунке 3.4 представлены элементы анализа и оценки корпоративного управления и принятия управленческих решений.

Промышленные предприятия могут быть информатизированы при помощи описания производственного процесса через совокупность переменных, составляющих паспорт изделия, проверку начальных условий соответствия объемов ресурсов заданному результату и времени загрузки оборудования [115, с. 63].



Рисунок 3.4 – Элементы анализа и оценки корпоративного управления и принятия управленческих решений

Особенность метода заключается в том, что сотрудник может изменять параметры ресурсов таким образом, чтобы при неизменном результате объема выхода продукта процесс происходил быстрее, либо при такой же длительности объем конечного продукта увеличивался.

### 3.3 Метод принятия управленческих решений в процессе информационно-аналитической поддержки производственного менеджмента на предприятиях текстильной и легкой промышленности

На правильном принятии управленческих решений держится вся компания. Такое управление рассматривается как последовательность выработки, принятия и реализации таких решений на основе анализа объективных данных.

Основные этапы и порядок выработки управленческих решений представлены на рисунке 3.5 и включают в себя: опыт, потребности, идеи, на основе анализа существующих проблем, возможностей и ресурсов предприятия. Интеграция когнитивных искажений в ИИ-агентах может значительно повысить их способность к принятию оптимальных решений. Исследования показывают, что агенты, использующие как рациональные, так и сравнительные подходы к

принятию решений, демонстрируют лучшие результаты по сравнению с теми, кто ориентируется только на оптимальные расчёты.



Рисунок 3.5 – Порядок и основные этапы выработки и принятия управленческих решений

Это «указывает на то, что более глубокое понимание человеческих когнитивных искажений может способствовать разработке более эффективных ИИ-систем, которые будут лучше подготовлены к взаимодействию с людьми и другими ограниченно рациональными агентами» [11, с. 9-25].

От правильного производственного менеджмента зависит деятельность и исход предприятия в будущем. Использование эвристических подходов, представляющих собой умственные сокращения, которые облегчают процесс принятия решений, может существенно улучшить эффективность систем искусственного интеллекта.

Исследования демонстрируют, что применение эвристик, схожих с теми, что используются в человеческом мышлении, может сделать процессы принятия решений ИИ более прозрачными и результативными. К примеру, методы подсчёта продемонстрировали свою эффективность в различных ситуациях, позволяя ИИ находить решения для новых, ранее не встречавшихся проблем [6, с. 20-23]. Simon Н.А. выделяет три основных условия, при которых

автоматизированное мышление может приводить к точным результатам в линейных условиях:

1. Прямое доминирование — это простое сравнение, где один вариант явно лучше другого.

2. Кумулятивное доминирование — это более сложная оценка, учитывающая несколько факторов одновременно.

3. Некомпенсируемость — это ситуация, когда одни характеристики не могут компенсировать другие, что создаёт более строгую структуру для принятия решений.

Эти условия подчеркивают возможности автоматизированных систем не только для упрощения процесса принятия решений, но и для улучшения объяснимости работы искусственного интеллекта. Следует отметить, что этапы принятия решений определяются как «подготовленные» и «реализованные». Рассмотрим компоненты оценивания процесса принятия решений, представленных на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 – Компоненты оценивания процесса принятия решений предприятием [20]

ЛПР (лицо принимающее решение) — это человек, который принимает решения. Он представляет организацию и определяет, целесообразно ли приобретать предлагаемые товары или услуги для бизнеса, а также закупать материалы или сырье у определенного поставщика. Сетецентрический подход позволяет комбинировать встраиваемые методы имитационного моделирования бизнес-процессов в систему управления промпредприятием.

Информация о состоянии текущих управленческих решений в системе бизнес-процессов собирается из информационной базы предприятия и других источников, например, картотеки государственной статистической службы, электронных архивов и др.

Сбор информации помогает принимать решения. Количественные данные, обычно получаемые через стандартизированные тесты и структурированные задания, предоставляют числовую основу для оценки уровня производительности [67, с. 3]. При этом встраиваемую информацию можно разделить на группы [59]:

1. Информация готовая, накопленная в базе данных временем. Управление такой информацией неполное и чаще недостоверное, т.к. произведен сбор абсолютно всех показателей, возможно и не имеющий к системе управления отношения. Такая информация применяется в случае наличия малого количества времени.

2. Информация свежая и обработанная аналитиками об объекте управления;

3. Информация, которую невозможно получить в быстром доступе по определенным обстоятельствам.

Мониторинг поступающей информации необходим для ее поддержания, с целью верного принятия управленческих решений. Появляется контроль правильности и целостности вводимых данных, а ее сбор осуществляется с использованием специального алгоритма. Регистрация принятой системой информации оценивает риски и угрозы для компании, способна прогнозировать производственные показатели и финансовое положение.

Прогнозирование путем моделирования является основой такой технологии. Этот блок предоставляет собой совокупность IT-технологий, которые реализуют сценарии развития возможных случаев управления, а также способны создавать антикризисные программы.

Задачами на этом этапе выступает прогнозирование функционирования внедряемой системы управления производством. В области применения ограниченной рациональности в интегральных системах управления достигнуты определённые успехи, но остаётся множество нерешённых вопросов. Интеграция эвристических подходов, основанных на человеческом принятии решений, в ИИ-агенты представляет собой всё ещё развивающуюся сферу, и для полного раскрытия потенциала этих технологий необходимы дополнительные исследования. Пример используемых экспертных показателей при оценке эффективности принимаемых решений в области управления ООО «Петро-ВАСТ» приведён в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Экспертная оценка индикаторов результативности решений, принимаемых в области управления ООО «Петро-ВАСТ»

Наименование индикатора	2022	2023	2024
Численность работников, чел.	100	100	90
Уровень текучести кадров, %	80	90	100
Коэффициент частоты несчастных случаев на производстве, %	90	90	100
Затраты на мероприятия по улучшению условий и охране труда, тыс. руб.	100	100	100
Количество объектов межсменного отдыха, ед.	40	50	50
Количество участников и секций научно-технической конференции молодых ученых и специалистов, чел.	4	4	100
Повышение квалификации сотрудников, чел.	3	4	2024
Оздоровление сотрудников и членов их семей, чел.	9	10	90
Расходы на благотворительную деятельность, тыс. руб.	90	100	100
Расходы на подготовку кадров, тыс. руб.	80	90	100

Процесс принятия управленческого решения по выбору поставщиков представлен на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 - Процесс принятия управленческого решения по выбору поставщиков

Данные решения могут быть успешно реализованы только при достижении всех целей, с учетом факторов развития предприятия. Особое значение приобретает необходимость оценки эффективности принимаемых решений. Как вариант предлагается использовать параметры анализа эффективности управленческих решений, представленные на рисунке 3.8.



Рисунок 3.8 - Параметры анализа эффективности управленческих решений

С развитием ИИ понимание взаимодействия между человеческой и машинной рациональностью станет ключевым для создания таких систем, которые будут не только эффективными, но и надёжными и понятными для пользователей.

Производственный менеджмент предприятия начинается с реинжиниринга бизнес-процессов, которые способны внедрить новшества своим сценарием и предотвратить развитие плохих для компании событий. Интеграция бизнес-процессов возможна с ситуациями, когда существуют неблагоприятные условия.

Классификация управленческих решения в производственном менеджменте представлена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Классификация управленческих решения в производственном менеджменте

Признак классификации	Виды управленческих решений	Пример принятия решения
1	2	3
По основанию	Интуитивные	Выбор поставщика
	Рациональные	Выбор метода рекламы
По степени новизны	Традиционные	Работа с постоянными поставщиками
	Оригинальные	Индивидуальный ассортимент для крупного покупателя
По степени определенности	Определенность	План закупок
	Неопределенность	План продаж
	Вероятностная определенность	Выбор сотрудника на должность
По характеру	Стратегические	Выбор долгосрочного поставщика
	Текущие	Формирование объема закупок
	Оперативные	План продаж
По функциональной направленности	Планирующие	Формирование плана продаж
	Организационные	Изменение организационной структуры
	Активизирующие	Рекламные акции
	Координирующие	Разработка должностной инструкции
	Контролирующие	Проведение ревизии
	Информирующие	Рассылка покупателям о проводимых мероприятиях
По причинам	Ситуационные	Решение конфликта между сотрудниками
	Программные	Формирование программы развития
	Инициативные	Внедрение метода мотивации
По степени регламентации	Нормативные	Разработка регламента
	Ориентирующие	Должностная инструкция

По числу критериев	Однокритериальные	Принятие решения об окладе сотрудника
	Многокритериальные	Принятие решения о всей системе материального поощрения
По организации	Индивидуальная форма	Разработка индивидуальной системы вознаграждений
	Коллективная форма	Разработка коллективной оплаты труда
	Коллегиальная форма	Делегирование полномочий

Их вычисление происходит путем наблюдения за пространством проводимых состояний в систему бизнес-процессов [111]. Классификация происходит путем анализа свойств с ее прототипом-двойником. Прототипы разбираются на свойственные признаки и делятся на категории. Прототипами могут выпутать несколько моделей одновременно. Некоторые блоки затрагивают мнение аналитиков, которые проводят анализ системы, а далее реализуют предложенную процедуру [83]:

- анализ экспертами проводится на уже реализуемой стратегии компании, для этого необходима определенная цель и задачи совершенствования бизнес-процессов;
- далее формируются данные для проверки правильности системы, оценке ее возможностей и отбора факторов благоприятного и неблагоприятного уровня [24, с. 86-90];
- на заключительном этапе происходит синтез всех процессов, определяются возможные условия функционирования на основе анализа системы бизнес-процессов в условиях любых возможных ситуаций на адекватность.

### **3.4 Проектирование информационно-аналитической системы управления производством на предприятиях текстильной и легкой промышленности**

Уход зарубежных поставщиков и последующие ограничения оказали значительное влияние на цифровую инфраструктуру большинства организаций – многие из них остались без необходимой технической поддержки. В результате этого наблюдается резкий рост интереса к отечественным разработкам.

«Управление производственными бизнес-процессами и самим промышленным предприятием всегда было достаточно сложной задачей, которая требует от руководителя не только знаний и опыта работы, но и профессиональной команды управленцев, единомышленников, способных решать самые сложные вопросы обеспечения и выпуска готовой продукции высокого качества» [171]. «В связи с этим, возникает необходимость оценки уровня зрелости управления производством с целью выявления проблем и возможных ошибок в процессе управления производственными бизнес-процессами, а также направлений развития, повышения квалификации и приобретения необходимого опыта. В условиях цифровизации промышленных предприятий особое место занимает непрерывное повышение эффективности основных бизнес-процессов, к которым относятся в первую очередь производственные и бизнес-процессы управления всем предприятием» [171].

Обеспечение стабильной работы промышленного производства является одним из ключевых аспектов технологического суверенитета страны, поскольку банки представляют собой важнейшие элементы государственной системы. Стабильность заключается в том, что мы самостоятельно контролируем решения, то есть создаем процессы, не зависящие от иностранных поставщиков, что и гарантирует непрерывность функционирования.

Согласно информации консалтинговых компаний в области промышленности, доля иностранного программного обеспечения в производстве, которая в 2020 году составляла 85%, к началу 2023 года снизилась до 50%. Исследования показывают, что российские разработчики обладают значительным потенциалом не только для импортозамещения, но и для внедрения инновационных функций, способствующих развитию финансового сектора [96].

Основными факторами роста рынка программного обеспечения для промышленности станут обновление систем поддержки операционной деятельности у крупных и системно значимых клиентов, а также консолидация бизнеса финансовых учреждений, внедрение новых моделей и тренд на кросс-

индустриальные решения. Ожидается, что рынок программного обеспечения для предприятий легкой и текстильной промышленности будет расти в среднем на 13,4% в год, и к 2028 году его объем достигнет 15 миллиардов рублей, увеличившись с текущих 9 миллиардов. Рынок решений для цифровой трансформации сектора будет развиваться еще быстрее – на 24,6% в год, увеличившись с 6,2 миллиарда рублей в 2024 году до 15 миллиардов в 2028 году.

Абсолютно на всех этапах жизненного цикла применяется информационная система (ИС), обладающая набором методов и инструментов для обеспечения необходимого функционала [65, с. 25]. Проведенные исследования и опрос более 34 экспертов позволили сделать вывод о применимости сочетания водопадной (классической) модели в сочетании с элементами гибких методологий Agile, Scrum, Канбан и бережливого производства. Визуализации и оценке зрелости бизнес-процессов отводится особое место. Пример визуализации результатов оценки зрелости бизнес-процессов [105] приведен на рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 - Визуализации результатов оценки зрелости бизнес-процессов [105]

Информационная система требует должного контроля, к ней предъявляются строгие требования для должной коммуникации и необходимостью работы, реагирующей на все технологические изменения. Также недопустимым считается снижение расходов на поддержание ИИ в

жизненном цикле компании, иначе может достигаться непоправимый результат [44, с. 200].

Для эффективного управления производством необходимы подходы, которые тесно связаны с реализацией и корректировкой информационных потоков сетцентрической модели управления (реализацией в данном ключе будет являться подготовка разработанного ПО к использованию).

Таким образом, разрабатываемая информационно-аналитическая система (ИАС) обеспечивает управление жизненным циклом и отвечает за такие процессы:

- Консультирование по этапам проектирования для цифровизации, что создает набор модулей для деятельности компании.
- Доступ к информационной системе жизненного цикла регулируется открытыми референсными системами Комитета IEEE POSIX (IEEE Std 1003.0-1005). Такие системы формируют общий вид приложения: интерфейс, наличие сервисов.
- ИАС макетирует сценарии для согласованного жизненного цикла.
- Стандарты по применению ИАС и ее жизненного цикла тщательно проверяются и корректируются, благодаря этому возможно работать со сложными производственными бизнес-процессами.

Концептуальная модель ИАС представлена на рисунке 3.16. Она реализует связи между задачами, которые следует решить. Внедрения цифровых технологий предполагает, что реальное поведение (принятие технологий) зависит от намерений, которые формируются под воздействием субъективных норм и социальных факторов.

На первом этапе необходимо провести консультирование по определению запрашиваемых задач, так будет определена модель для разработки по принятию управленческих решений, что будет служить основой для реализуемых бизнес-процессов. В центре находится опция по созданию информационно-аналитической системы.

Данную опцию можно представить в виде среды, служащей для реализации бизнес-решений через ПО, также ее можно рассмотреть с точки зрения итогового программного продукта. Таким образом, создание ИАС является границей между представлениями заказчика и разработчиком, направленную на удовлетворение поставленных задач.

Проектирование ИАС проходит с учетом ее открытости, так будет достигнут эффективный результат. В качестве открытых моделей предлагается использование OSE/RM (Open System Environment/Reference Model) [75]. Открытая модель должна быть при этом сертифицирована и отличаться стандартом для использования верных инструментов проектирования [129, с. 498]. Схема представляет модель как вариант ЖЦ ИАС, некий стандарт (рис.3.10).

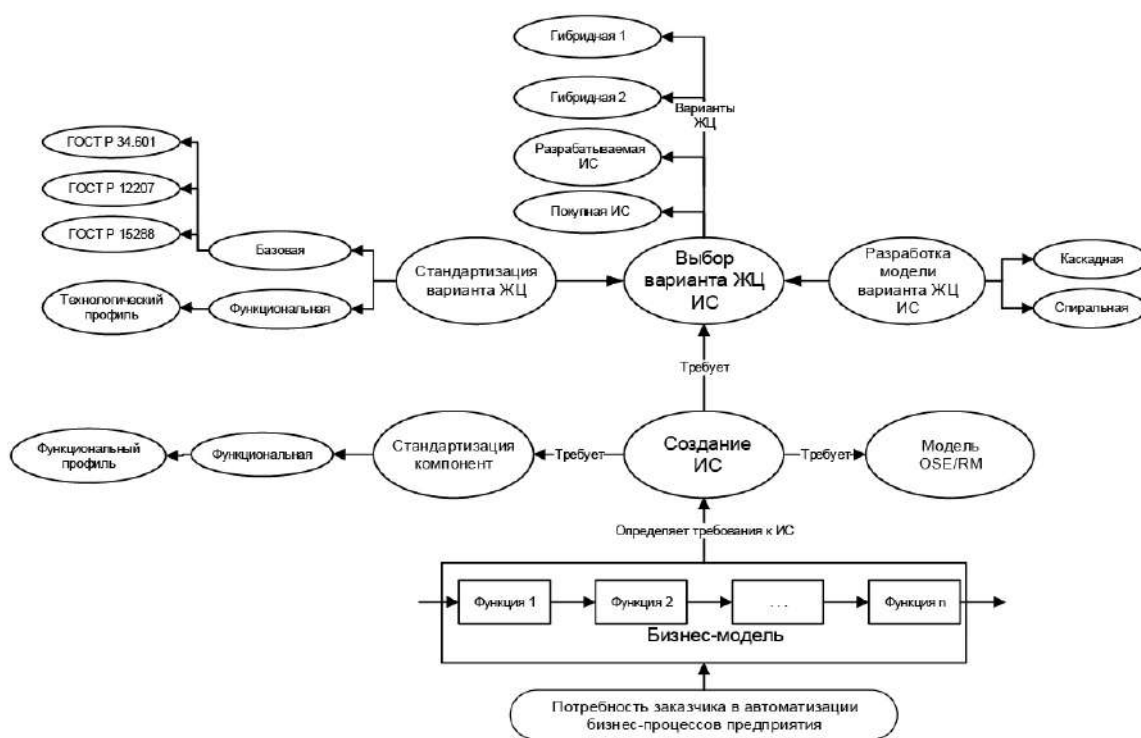


Рисунок 3.10 – Порядок определения варианта жизненного цикла информационной системы управления

Схему следует заполнить в соответствии с планируемыми задачами предприятия, не забывая про включение функций информационной системы. Архитектурные моменты концептуальной модели базируются на открытой

среде, а информационно-аналитическая система обладает следующими показателями [18]:

- возможность добавлять новые функции в ПО, а также совершенствовать имеющиеся, не затрагивая изменение ненужных компонентов;
- приложения могут переносить данные на различные устройства, современные платформы это предусматривают, не теряя функционал и инвестиционные траты;
- удобный для пользователей интерфейс, который пользователи могут редактировать на свое усмотрение;
- совместная работа с другими приложениями и системами на базе одной информационной модели ЖЦ – возможно в случае такой необходимости и наличии доступа;
- возможность менять размер и показатели требуемых задач. Это осуществляется через редактирование параметров, что отличается простотой и не требует программных разработок;
- способность к интеграции, объединение нескольких информационных систем с различными функциями в одну.

В области архитектуры программного обеспечения с открытым исходным кодом знание принципов версионирования и их публикации является ключевым для обеспечения целостности и удобства использования моделей.

При обучении модели на основе применения ИИ, крайне важно вести учёт версий как самой модели, так и её определения. Если аналитик обучает модель с помощью «my\_dnn\_regressor» и называет её «my\_first\_model», любые последующие изменения в «my\_dnn\_regressor» требуют тщательного рассмотрения. Если модель переобучается, в результате чего получается «my\_second\_model», то аналитик должен убедиться, что используется та же версия модели для поддержания согласованности.

Представленная модель состоит из компонентов, которые позволяют работать пользователю с системой и вносить в нее необходимые изменения. Такие изменения становятся всё более популярными. Они продолжают

развиваться по мере того, как компании разрабатывают более эффективные подходы к приложениям. Данная модель может предложить множество преимуществ предприятиям, которые хотят сосредоточиться на инновациях, не беспокоясь о базовой архитектуре.

Функциональная референсная модель, представленная на рисунке 3.11 имеет информационную систему комбинаций прикладной (App) и платформенной (Platf), которые делятся на уровни и группы внутри себя [70]. Традиционные подходы к разработке ИАС претерпевают изменения в контексте современных сетевых технологий. Компании, желающие ускорить разработку качественных приложений, используют возможности функциональной референсной модели для ускорения своей цифровой трансформации [61, с. 45].

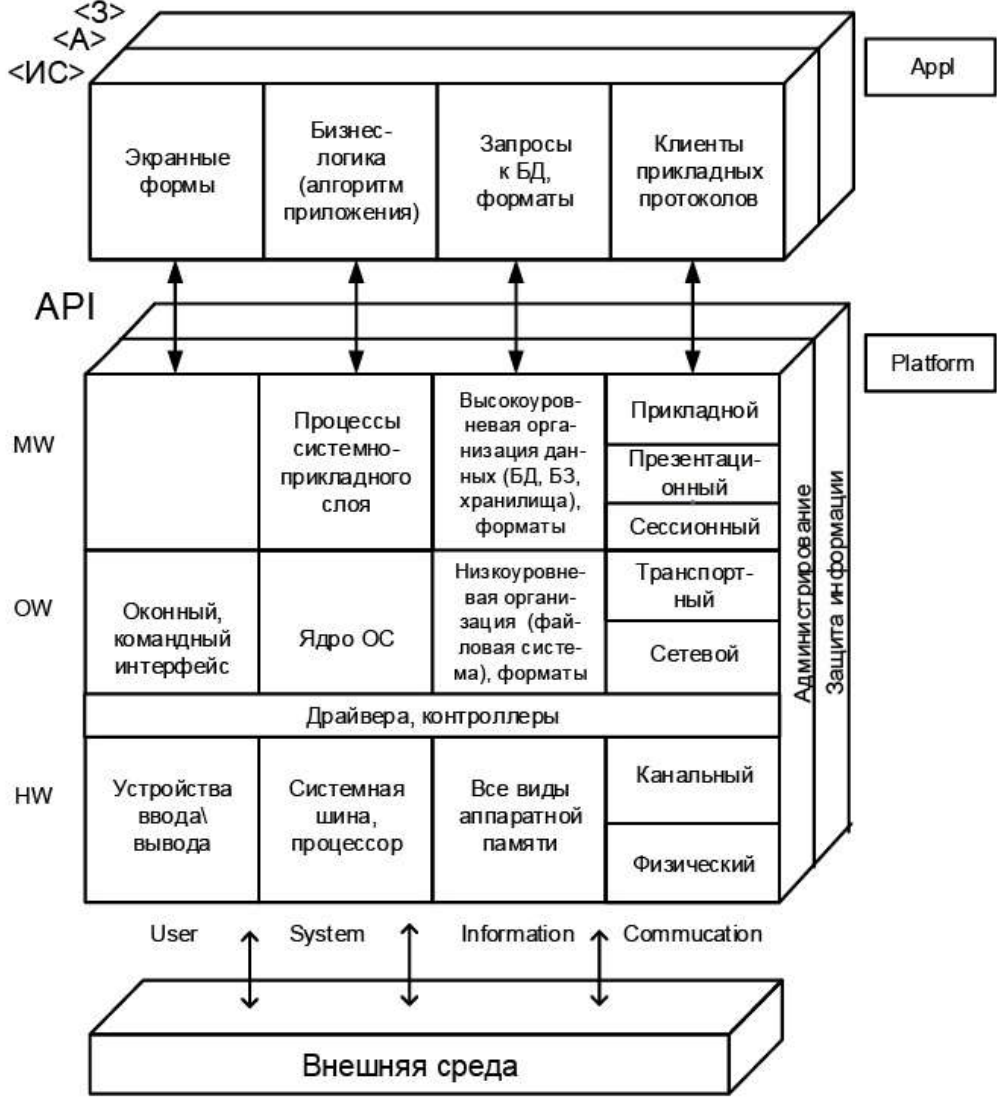


Рисунок 3.11 – Функциональная референсная модель ИАС [70]

Независимо от вариантов жизненного цикла, представленных выше, информационно-аналитическая система может быть описана с помощью модели OSE/RM. Совместная работа с вовлечением различных заинтересованных сторон, включая учебные заведения, такие как университеты, а также других участников, является важным условием для успешного прогресса в области разработки ИАС. Для эффективного сотрудничества необходимы адекватные управленческие структуры, которые обеспечат соблюдение этических норм и лучших практик всеми участниками.

Процесс создания можно облегчить следующим образом:

- Определить конкретную версию репозитория, в которой находятся определения моделей.
- Запустить команду `docker build` для формирования Docker-образа на основе `Dockerfile`.
- Применить `docker push` для отправки образа в контейнерный реестр, чтобы каждая модель хранилась в пространстве имён текущего пользователя с уникальным именем [84].

Для создания новой информационно-аналитической системы применяется начальный этап <ИАС>, система администрирования – уровень администрирования <А> и система безопасности – уровень защиты <З>, которая поможет достичь необходимых параметров конфиденциальности, целостности, доступности и других характеристик в отношении ресурсов бизнес-процесса [37]. При этом, такие компоненты необходимо программировать вместе с созданием ИАС. Рассмотрим процесс проектирования новых швейных изделий в ИАС, представленный в нотации EPC на рисунке 3.12. Для внесения правок в разрабатываемую ИАС необходимо реализовать ряд опций или добавить новые, например:

- обновить программное обеспечение;
- объединить объекты управления;
- внести правки в систему управления базами данных, систему управления бизнес-логикой;

- наладить связь между версиями разработанных систем, либо разработать новое приложение;
- обеспечить интеграцию и взаимосвязь данных.

Предложенные компоненты также можно рассматривать и на других моделях, не забывая о безопасности системы, компании и производства, а также администрации. Уровень защиты <3> рассматривается с разных сторон. Он включает ячейки механизмов, которые реагируют на охрану производственных действий базового уровня <ИАС>, уровня <А> и самих себя. Однако механизмы защиты сложны, а для их генерации необходима структура в виде еще одной производственной модели.

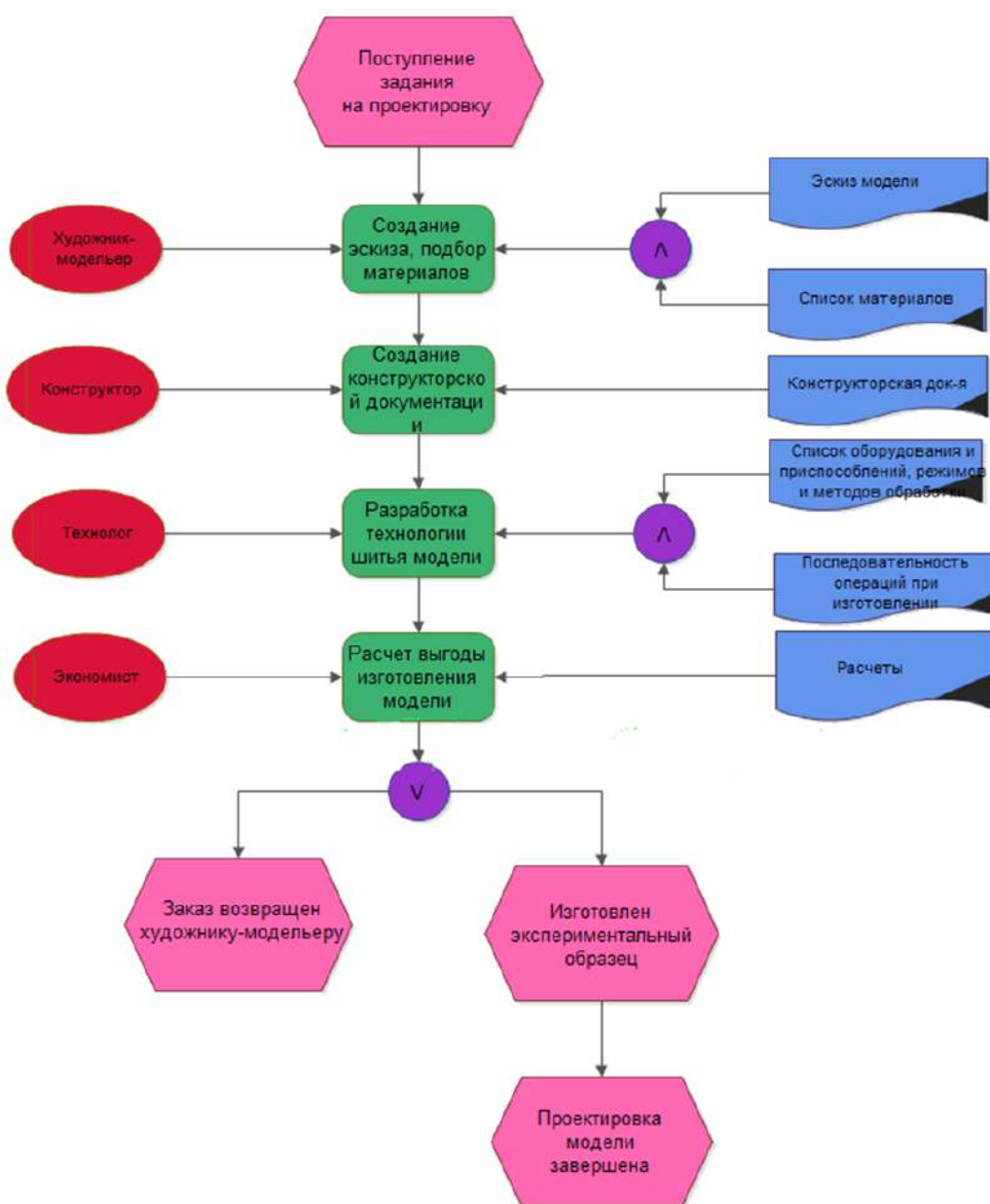


Рисунок 3.12 – ERP диаграмма проектирования новой модели изделия

Статические методы не подлежат переопределению, однако их возможно скрыть. В подклассе можно определить метод с аналогичной сигнатурой, но это не будет считаться настоящим переопределением, поскольку статические методы не ассоциируются с объектами, а принадлежат классу. Статическое связывание применяется для вызова методов, которые известны на этапе компиляции (например, статические или финальные методы). Этот подход быстрее и проще, однако не позволяет использовать полиморфизм.

Динамическое связывание, в свою очередь, используется для вызова переопределённых методов в процессе выполнения программы. Оно поддерживает полиморфизм и предоставляет большую гибкость, но может быть менее производительным из-за необходимости определения метода во время выполнения. В общем виде участниками {Mx} выступают деятели субъекта. Каждый из информационных участников определяет свои преимущества. Таким образом, {Mx} включает в себя набор модулей: {Режим}, {АБ}, {Операции}, {Субъект}, {Объект}. Модуль режим можно менять, атрибут определяет показатели безопасности субъекта [131, с. 16].

Информационные системы могут быть предназначены для абсолютно разных бизнес-процессов, что является традиционным методом их разработки. На рисунке 3.19 представлен механизм защиты ИАС в процесс разработки такой информационной системы. Систему можно создать на базе определенного прототипа, а также начать разработку «с нуля» [54, с. 60]. Систему информационной безопасности ИАС разрабатывается отдельно. Заказчик должен четко сформулировать свою цель разработки системы, а также сравнить ее с тем, что имеется на рынке. Для успешной реализации такого процесса, вновь используем OSE/RM и их нормативной классификации [31]. Существуют гибридные корпоративные системы, которые становятся все более популярными в настоящее время. При работе гибридных систем, отмечаются функции облачного хранения и внедрения дополнительных функций по запросу клиента, не ограничиваясь ресурсами. Такая система считается индивидуальной по своей сути, но может быть использована социализировано [88].

Особое место при разработке ИАС занимают вопросы подготовки производства, в том числе подготовка материалов и раскрой ткани. Схема рабочего процесса представлена на рисунке 3.13. А модель процесса раскроя ткани разработана в нотации DFD (диаграмма потоков данных) изображена на рисунке 3.14.

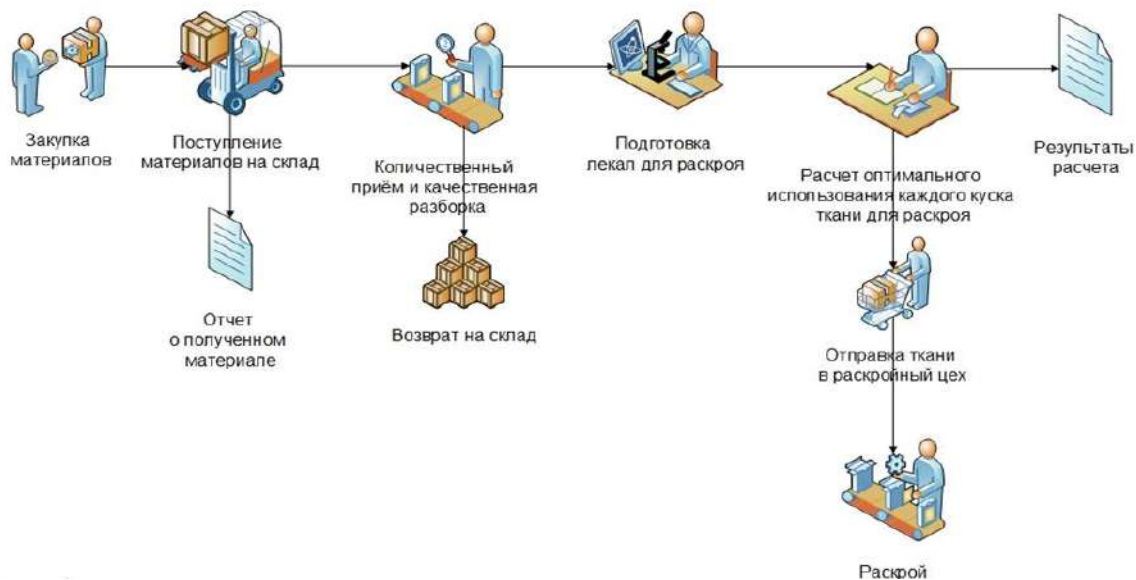


Рисунок 3.13 – Схема рабочего процесса «раскрой ткани», реализованного в ИАС

Информационно-аналитическая система считается локальной, т.к. она работает лишь на территории промышленного предприятия и его филиалов. Облачный сервис представляет собой дополнительную услугу, доступную для предложения любым провайдером на рынке, и ею может воспользоваться любой пользователь.

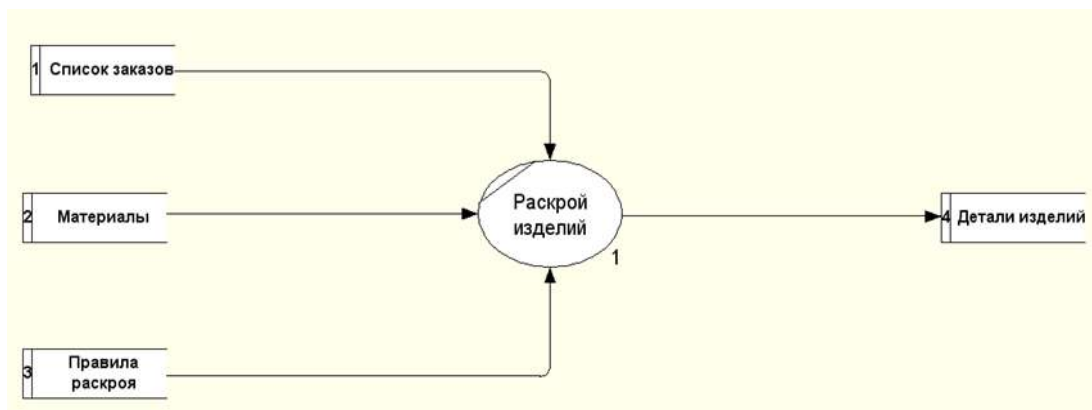


Рисунок 3.14 – Диаграмма потоков данных процесса раскроя ткани в ИАС

ИАС реализует возможность взаимодействия с клиентами предприятия по пошиву заказных изделий. Модель бизнес-процесса по формированию нового заказа через сайт предприятия представлен в нотации BPMN на рисунке 3.15.

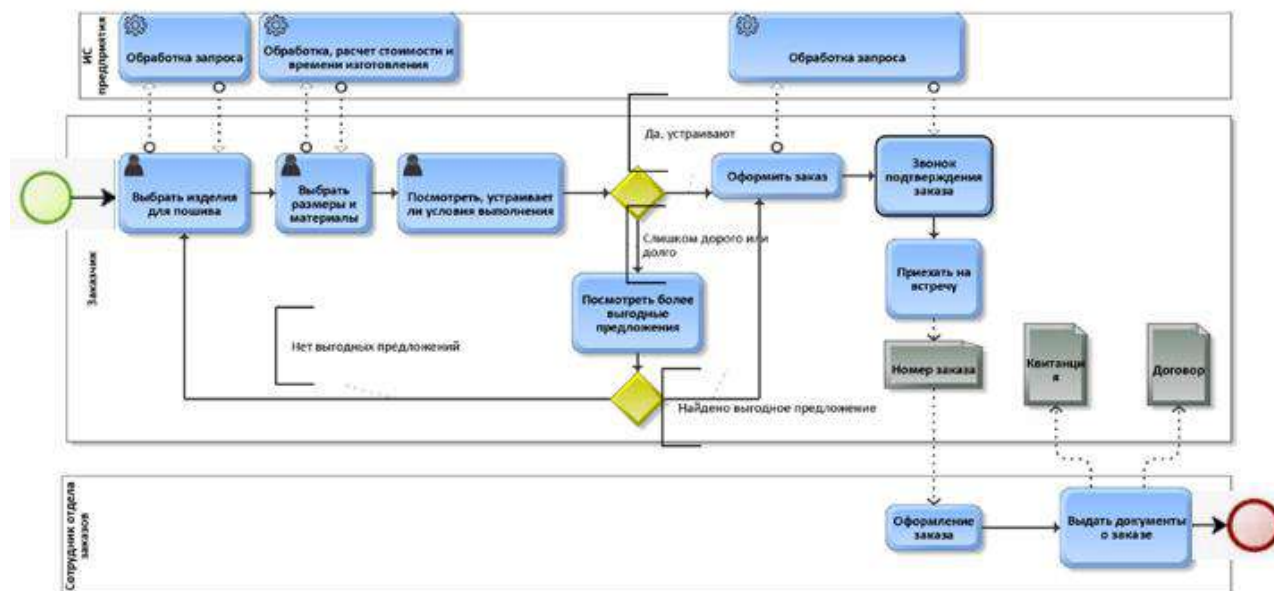


Рисунок 3.15 – Модель процесса формирования нового заказа через сайт предприятия

Проектирование всего процесса размещения и выполнения заказа в ИАС выполнено в нотации UML представлено на рисунке 3.16 в виде диаграммы деятельности с распределением мероприятий по исполнителям.

Гибридная информационно-аналитическая система состоит из облачных компонентов и отображает всех участников:

- Заказчик системы, является покупателем.
- Разработчик системы разрабатывает ее и осуществляет сопровождение практически на всех этапах ЖЦ ИАС.
- Поставщик услуги, создающий основную версию сервиса, основываясь на обобщенных требованиях рынка, осуществляет ее поддержку и прекращает обслуживание, если не поступают запросы на аренду данного сервиса.
- Интегратор облачных решений, который осуществляет контроль на соответствие требований клиента рыночным предложениям, настраивает

нужные сервисы, интегрирует их и обеспечивает поддержку в соответствии с запросами клиента [150].

Применение на гибридной модели представляет собой эффективный метод управления производством промышленного предприятия, которая особенно хорошо подходит для предприятий текстильной и легкой промышленности, где сочетаются дискретные и непрерывные переменные. Модель функционирует, прогнозируя будущее поведение системы на заданном горизонте и оптимизируя управляющие действия соответственно.

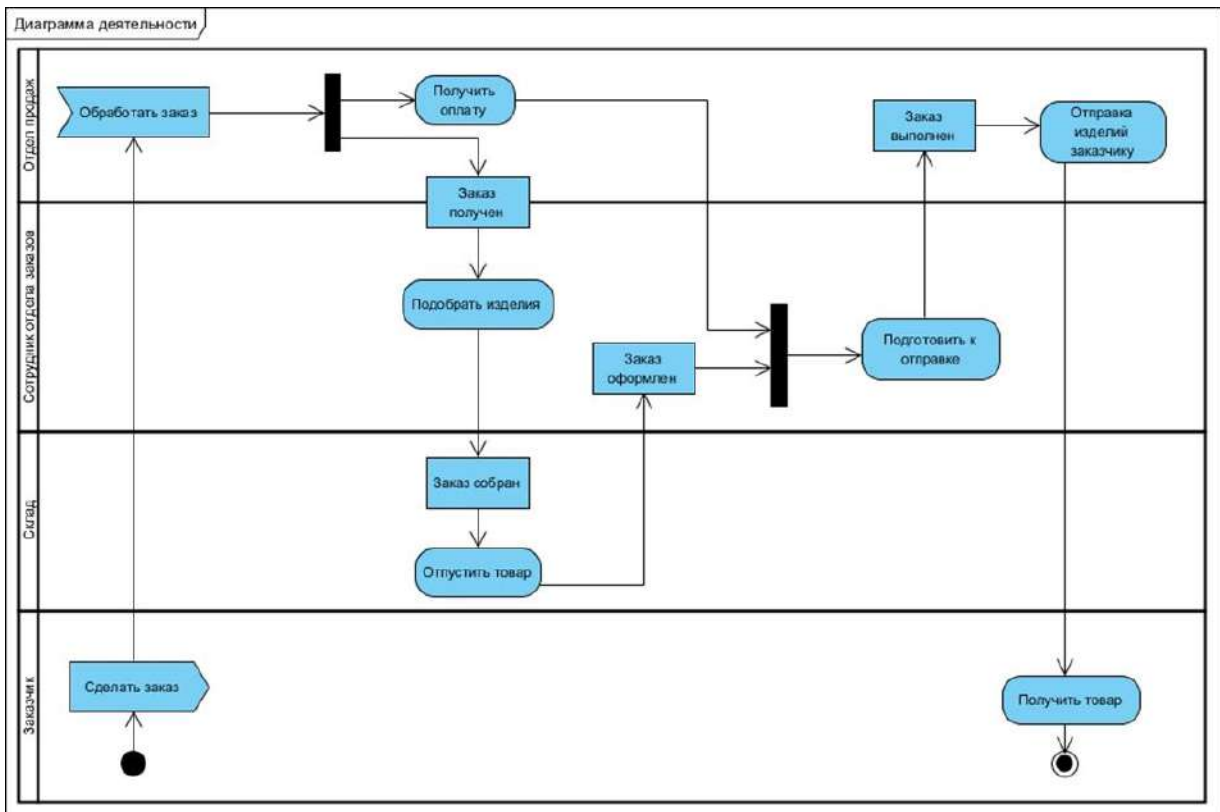


Рисунок 3.16 – Диаграмма деятельности UML модели процесса размещения и выполнения заказа на пошив изделия в ИАС

Оптимизационная задача решается на каждом временном этапе, после чего применяется первое управляющее воздействие, и горизонт прогнозирования сдвигается вперед. Этот метод позволяет вносить изменения в реальном времени, учитывая изменяющиеся условия, что делает его идеальным для динамических сред.

Инструменты для проектирования и моделирования регуляторов с прогнозирующими моделями (МРС) созданы для работы с корпусами текстов и

программным обеспечением с открытым исходным кодом (в частности, корпус OPUS OpenSubs и система статистического машинного перевода Moses), однако они реализованы в модульном формате, что позволяет использовать альтернативные ресурсы [102, с. 47]. Рассмотрим пример реализации модуля пошива заказных изделий в нотации IDEF0, представленной на рисунках 3.17 и 3.18 (декомпозиция бизнес-процесса «пошив готовых изделий»).



Рисунок 3.17 – Диаграмма реализации модуля «пошив готовых изделий» ИАС

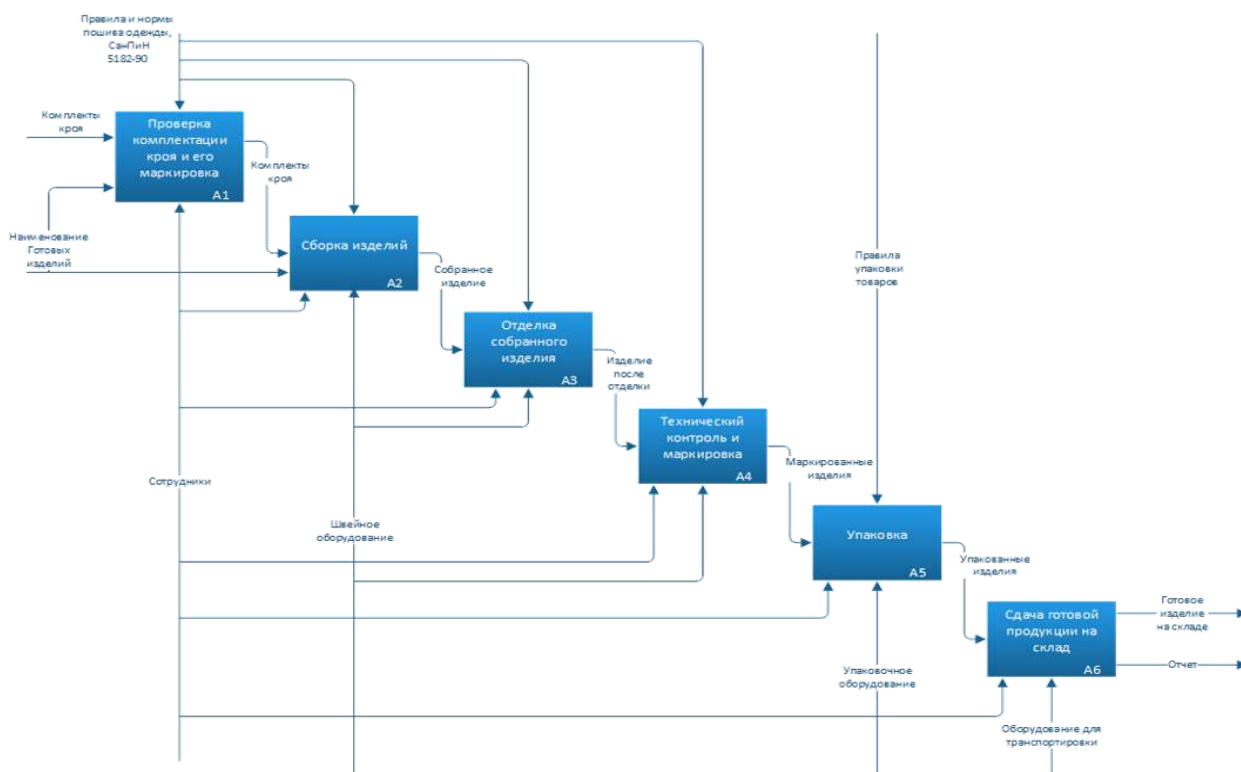


Рисунок 3.18 – Диаграмма декомпозиции модуля «пошив готовых изделий» на заказ в ИАС

Завершённый комплект инструментов упрощает выполнение трёх ключевых задач. В первую очередь, рассматриваются различные скрипты, разработанные для подготовки лингвистических данных для системы. Затем описывается набор скриптов, которые объединяют преимущества управления терминологией и статистического машинного перевода, чтобы предложить возможные варианты перевода интересующих терминов.

В заключение, представлена цепочка инструментов и методология для обновления хранилища терминологических данных на основе результатов машинного перевода, что способствует повышению точности и эффективности при каждом последующем использовании [100].

В результате диссертационного исследования разработана программа для ЭВМ: «Программный комплекс мониторинга и цифрового управления оборудованием промышленного предприятия». Целью программного комплекса является реализация системы мониторинга и цифрового управления промышленным оборудованием предприятия в целях получения актуальных и достоверных первичных и обработанных аналитических данных о его состоянии и эффективности.

Исходными данными являются данные об оборудовании предприятия, его метрики, а также показания датчиков, которые агрегируются и анализируются системой. Свойства используемых моделей носят гибкий характер и могут быть кастомизированы в зависимости от специфики оборудования конкретного предприятия.

Данный программный комплекс решает следующие задачи:

1. Мониторинг состояния оборудования предприятия в различных видах визуализации.
2. Оперативный доступ ко всем характеристикам станков с учётом настроек фильтрации и сортировки по различным критериям.
3. Ввод в систему нового оборудования и загрузка данных на сервер.

4. Мониторинг датчиков оборудования с возможной настройкой разноуровневых уведомлений.
5. Расчёт требуемых сквозных метрик и формирование аналитических отчётов.
6. Планирование и прогнозирование работы оборудования и её показателей.

Предварительно разработана диаграмма классов информационно-аналитической системы, представленной на рисунке 3.19, которая может изменяться в зависимости от требований конкретного предприятия.

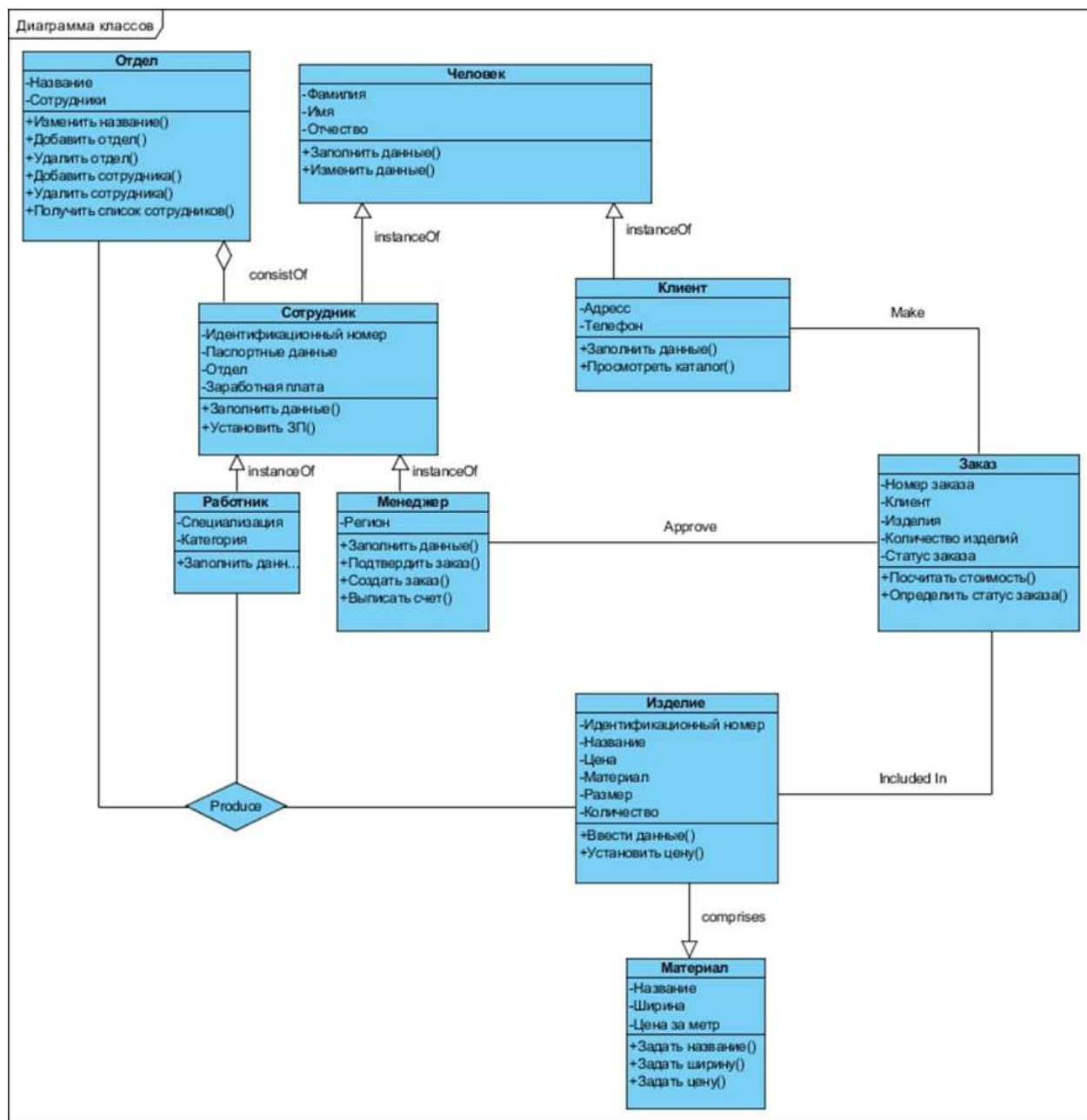


Рисунок 3.19 – Диаграмма классов ИАС в нотации UML

Данный программный комплекс решает следующие задачи:

1. Мониторинг состояния оборудования предприятия в различных видах визуализации.
2. Оперативный доступ ко всем характеристикам станков с учётом настроек фильтрации и сортировки по различным критериям.
3. Ввод в систему нового оборудования и загрузка данных на сервер.
4. Мониторинг датчиков оборудования с возможной настройкой разноуровневых нотификаций.
5. Расчёт требуемых сквозных метрик и формирование аналитических отчётов.
6. Планирование и прогнозирование работы оборудования и её показателей.

Автоматизация швейного производства представляет собой не просто модное выражение, а устойчивая тенденция в развитии современного производства. Главные цели заключаются в увеличении производительности труда и улучшении качества продукции: технологические операции выполняются быстрее, время производственного цикла сокращается, а производственные затраты уменьшаются — снижается стоимость обработки, сокращается количество брака и потерь, улучшаются условия труда и повышается его безопасность.

В результате автоматизации технологических процессов в швейной отрасли уменьшается доля затратного ручного труда, который заменяется машинным. Безусловно, высококвалифицированный ручной труд останется востребованным даже в условиях автоматизации, но его применение станет более эффективным.

В качестве методики проведения эксперимента, автором создана ИАС с целью оптимизации производственного управления промышленных компаний. Технологические возможности разработки заключаются в:

- 1) Функция планирования и разработки.
- 2) Определение нагрузки на рабочие места сотрудников.
- 3) Функция проверки наличия новых заказов.
- 4) Разработка технологических карт для производства.
- 5) Оценка ресурсов.

Архитектура созданной системы представлена в стиле REST. REST — это самый распространенный и часто применяемый стиль архитектуры API. Он характеризуется применением стандартных HTTP-методов, таких как GET, POST, PUT и DELETE. В REST ресурсы, такие как пользователи, статьи или товары, представлены в формате URI (унифицированные идентификаторы ресурсов), и клиенты взаимодействуют с этими ресурсами через протокол HTTP.

Вот элементарный запрос к REST API:

«GET /users/123»

Для того чтобы API соответствовал принципам REST, он должен:

- Не иметь состояния (сервер не сохраняет данные о сессии).
- Применять стандартные HTTP-методы.
- Использовать URI для доступа к ресурсам.
- Возвращать информацию в таких форматах, как JSON или XML.

Схема REST:

- sequenceDiagram
- участник Клиент
- участник Сервер
- Клиент ->> Сервер: GET /users/123
- Сервер ->> Клиент: возвращает данные пользователя (JSON)

Диаграммы UML имеют ключевое значение для визуализации архитектуры и проектирования развертывания программного обеспечения. Они предлагают стандартизированный метод отображения компонентов, их взаимосвязей и взаимодействий в рамках системы [55, с. 33].

Схема компонентов иллюстрирует, каким образом компоненты соединяются, формируя более сложные системы. Они отображают взаимосвязи между компонентами и могут быть полезны для выявления возможных проблем в процессе развертывания.

Серверное обслуживание применяет универсальный доступ к REST, ее интерфейс нужен для связи с клиентской частью. Сообщение, отправляемое службой поддержки, включает в себя все нужные сведения для обработки

запроса. Серверная часть не сохраняет данные между обращениями от одного и того же клиента. В результате каждое сообщение обрабатывается отдельно от предыдущих сессий, что обеспечивает быстрое и надежное взаимодействие программ [110, с. 141].

Плюсы данного подхода: высокая производительность, надежность, возможность масштабирования. При разработке программного обеспечения возможно одновременно создавать как серверную, так и клиентскую части, используя любые методы и инструменты, которые не обязательно должны быть совместимыми. Можно применять различные языки программирования, в любой момент изменять технологии и внутреннюю структуру приложений, что не затрагивает процесс передачи данных.

Кроме того, в систему можно интегрировать новые компоненты, такие как клиентские приложения для различных устройств, без необходимости вносить изменения на серверной стороне. Чтобы сформировать базу данных для предложенной ИАС были созданы инфологическая и даталогическая модели. Данные модели содержат полную информацию необходимую для поддержания базы данных.

Инфологическая модель представляет собой логическую модель, которая иллюстрирует данные и их взаимосвязи на более абстрактном уровне, не учитывая конкретные технические аспекты. Передача данных от дочернего компонента в родительский осуществляется через шину событий. События обрабатываются через методы-оболочки, которые запускаются, когда происходит выбранное событие. Рис. 3.20 демонстрирует компоненты приложения [132, с. 22], содержащие [32]:

- Список заказов.
- Этапы производства.
- Функцию изменения данных о заказе.
- Время на реализацию производства.
- И др.

Далее рассмотрим составляющие элементы ПО (рисунок 3.21).

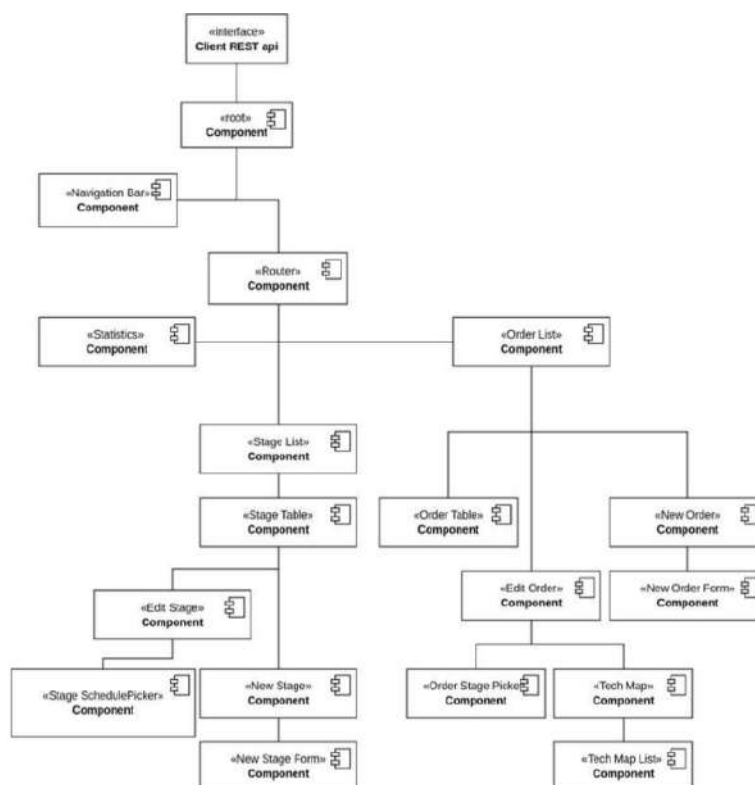


Рисунок 3.20 – Основные компоненты информационно-аналитической системы

Предлагается внедрение программы по совершенствованию производства в рамках принятия управленческих решений на промышленных предприятиях отрасли. Для этого необходимо учесть данные необходимые по каждому предприятию.

Дополнительно необходим поиск общедоступных API REST, которые используются в различных отраслях компаний, так будет упрощен поиск средних показателей и образуется понимание реальной ситуации в отрасли. Выходными данными программы являются данные об оборудовании, его состоянии, метриках и датчиках, подключенных к нему, исторические и прогностические отчёты по его работе.

Программа прошла государственную регистрацию и успешно апробирована, и внедрена в работу целого ряда промышленных предприятий (фабрики детской одежды АО «Салют» и Научно-производственное предприятие «АНА», ООО «Системный код» и др.). В ИАС существует возможность осуществлять прогнозирование цен на готовую продукцию. Блок-

схема алгоритма вычисления прогноза цен на продукцию представлена на рис. 3.21.

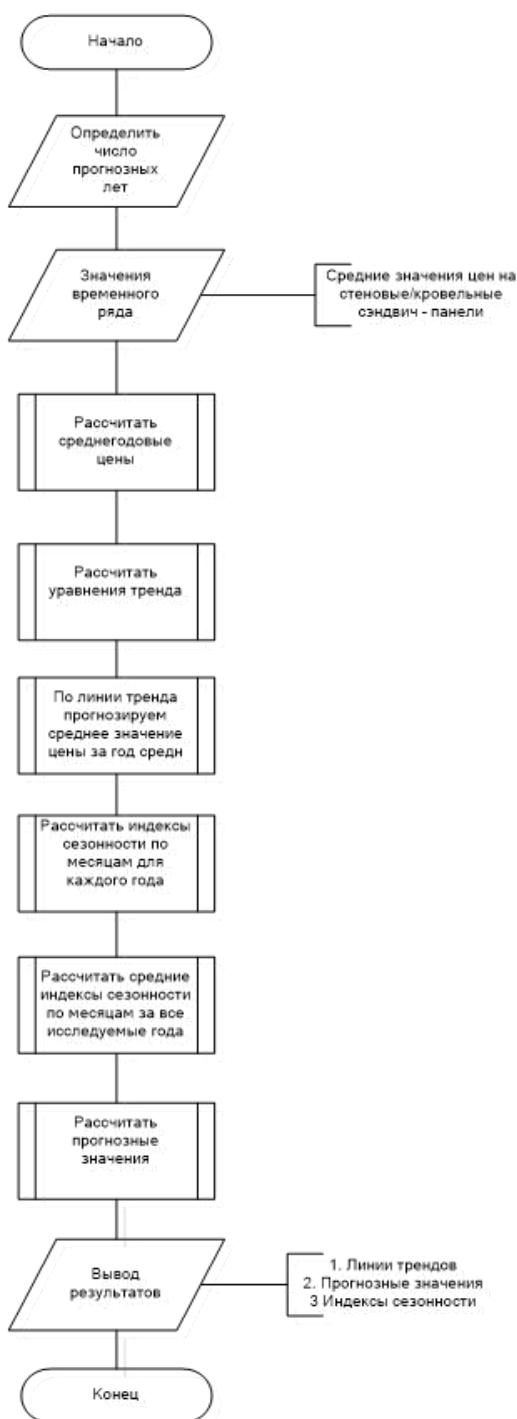


Рисунок 3.21 – Блок-схема алгоритма вычисления прогноза цен на продукцию

### Вывод по третьей главе

Спроектирована и реализована информационно-аналитическая система поддержки и принятия управленческих решений по управлению производством

на предприятиях отрасли. Разработан программно-аппаратный комплекс с рядом правил, которые касаются всех этапов управления производством. Применение цифрового производства позволит значительно улучшить результаты работы компании. Данный комплекс оформлен в рамках компьютерной программы для ЭВМ, которая прошла государственную регистрацию.

Для успешной работы программно-аппаратного комплекса необходимо установить определённые параметры функционирования оборудования, а также провести настройку цифровых технологических карт, что позволит в дальнейшем увеличить производительность предприятия и упростят производственные процессы и принятие управленческих решений для руководства компании. Технологам в процессе настройки оборудования необходимо проверить технологические карты на предмет возможных ошибок.

Предлагается использовать расширенную базу данных технологических карт, что позволит спрогнозировать конкретные случаи возникновения определенных событий в процессе реализации производственных операций. Алгоритм включает следующую последовательность действий:

1. Составление базы данных с описанием технологического процесса для этапов пошива изделий.
2. Разработка инструкций, содержащих вероятные события и предложения по корректировке программы.
3. Разработка итогового алгоритма действий для работы программного комплекса.
4. Разработка интерфейса компьютерной программы.

Реализация подходов по улучшению технологических и технических условий на предприятиях текстильной и легкой промышленности в первую очередь базируется на грамотном менеджменте высшего и среднего звена. Программно-аппаратный комплекс, используемый этими устройствами, может включать в себя геопозиционные системы и интеллектуальную обработку информации. Определено, что мониторинг качества на выходе продукции включает не только общий анализ, но и более детальное изучение дефектных

единиц партии, чтобы выявить причины. Недефектные единицы проходят на следующий этап производства, в то время как дефектные подвергаются параллельному процессу анализа. Этот подход позволяет более эффективно выявлять и предотвращать брак на производстве.

Разработана программа для ЭВМ, которая прошла государственную регистрацию в Роспатенте, а также внедрена на промышленных предприятиях отрасли в качестве эксперимента (фабрике детской одежды АО «Салют», Научно-производственное предприятие «АНА», ООО «Системный код» и др.), главный функционал программы направлен на упрощение предоставления отчётов руководству предприятия, а также на обоснованное принятие управленческих решений на промышленных предприятиях отрасли.

Экспериментальными данными программы послужили данные о производственном оборудовании, состоянии технологических процессов, метриках и датчиках, подключенных к нему, исторические и прогностические отчёты по его работе. Программа для ЭВМ «Программный комплекс мониторинга и цифрового управления оборудованием промышленного предприятия», использование разработанных алгоритмов и программного обеспечения позволили снизить затраты на выпуск продукции ООО «Системный код» на 7%, а также сократить время на подготовку, планирование и организацию производственных процессов на 9 %.

Результаты исследований в рамках третьей главы опубликованы автором в статьях [157, 158, 161, 169, 170, 172, 185, 187, 188, 189, 190]

#### 4. Анализ эффективности управления цифровой трансформацией предприятий отрасли, апробация и внедрение разработанных методов и моделей

##### 4.1 Анализ эффективности производственного менеджмента в аспекте цифровой трансформации на предприятиях отрасли

В исследовании использована информационная база результатов производственной деятельности и данных инвестиционных вложений в цифровую трансформацию семнадцати предприятий текстильной и легкой промышленности в обезличенном формате, в соответствии с требованиями этих предприятий.

Таблица 4.1 - Данные о затратах отраслевых предприятий

Предприятие	Общие затраты (руб.)	Затраты на цифровизацию (руб.)	Сумма активов (руб.)	Зарплата персонала (руб.)	Совокупный доход (руб.)
1.	21524349	4380941	40532107	5376041	28531275
2.	143313237	28106631	64132281	30543094	181230752
3.	7922653	2236852	9285763	2676321	10563438
4.	55936540	4587421	24821103	5397652	63148605
5.	36951568	8147236	33892142	9876402	45973621
6.	5643742	3482854	1609437	5320985	9078432
7.	7543085	3876344	10495260	5669210	12173705
8.	11832269	1361981	4396057	2312098	14363527
9.	6503752	3767354	14095763	5341047	12964658
10.	24078893	2519472	10165492	4017369	27976165
11.	9710653	5391340	6723305	6134072	15387349
12.	21452054	2513548	6879284	3851603	30342129
13.	1417084	127405	2341647	2503172	1613842
14.	638354	651017	1837245	891251	1447892
15.	889016	396642	1272362	401327	1396237
16.	1117435	1152739	2193741	2301209	2635371
17.	495785	341592	2872534	390216	1128206

Оценка технической эффективности предприятий отрасли в вопросах цифровизации проводилась методом DEA-моделирования и технологий линейного программирования.

Применение DEA моделирования позволяет оценивать эффективность однородных предприятий отрасли, проводить экспресс-диагностику функционирования предприятий с ориентацией на лидеров, формировать

количественные показатели эффективности предприятий и выработать пути повышения эффективности в различных аспектах деятельности, в т.ч. цифровизации и применения инновационных материалов и технологий.

При дальнейшем использовании моделей DEA со статистическим анализом данных и эконометрикой позволит прогнозировать и формировать направления стратегического развития, оценивать качество бизнес-процессов на предприятии и др.

$$T=Y/(K+L), \quad (4.1)$$

где  $Y$  - произведенная стоимость,  $K$  - капитал,  $L$  - труд в денежном выражении,  $T$  - коэффициент технической эффективности фирмы

Метод DEA подразумевает анализ конечного числа данных DMU и PMU. DMU - единицами принятия решений (таких как частные фирмы.

PMU - единицы принятия решений города, группы предприятий, предприятия и т. д. Создание модели DEA включает:

- определение и выбор входных и выходных переменных;
- определение и выбор направления оптимизации — минимизация входных данных или максимизация выходных переменных;
- возможное ограничение по весовым функциям;
- применение данных поперечного сечения или продольных данных.

В некоторых случаях для оценки эффективности цифровой трансформации используется показатель EBITDA, но он не позволяет полноценно учесть влияние исключительно цифровизации на успешность бизнеса.

Оценка их технической эффективности трех предприятий отрасли, участвовавших в апробации и внедрении результатов диссертационного исследования представлены в таблицах 4.2.а, 4.2.б, 4.2.в, 4.2.г, 4.2.д.

Таблица 4.2.а - Оценка эффективности фабрик детской одежды ООО «Салют»

Предприятие	Общие затраты (руб.)	Затраты на цифровизацию (руб.)	Сумма активов (руб.)	Зарплата персонала (руб.)	Совокупный доход (руб.)
2022	24407891	1194720	10165492	4017369	27976165
2023	21524349	980945	11532107	4676043	28531275
2024	21452054	2513548	13079284	5851603	30342129

Таблица 4.2.б - Оценка эффективности ООО «Северный текстиль»

Предприятие	Общие затраты (руб.)	Затраты на цифровизацию (руб.)	Сумма активов (руб.)	Зарплата персонала (руб.)	Совокупный доход (руб.)
2022	3451743	215173	2193741	1301209	2635371
2023	4638354	651277	2737244	1891251	2747896
2024	5643742	482851	2809437	2320985	2978435

Таблица 4.2.в - Оценка эффективности ООО Научно-производственное предприятие «АНА»

Предприятие	Общие затраты (руб.)	Затраты на цифровизацию (руб.)	Сумма активов (руб.)	Зарплата персонала (руб.)	Совокупный доход (руб.)
2022	6376045	2531270	7142804	2152434	9380941
2023	7417084	2127439	8341647	2503172	10313842
2024	7922653	2236851	9285763	2676321	10963438

Таблица 4.2.г - Индекс технической эффективности цифровизации предприятий

Элемент	Индекс технической эффективности цифровизации
АО «Салют»	0,39
ЗАО НПП «АНА»	0,14
ООО «Северный текстиль»	0,1

Анализ полученных значений нечеткой цели минимизации затрат совокупного дохода предприятий отрасли представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Анализ полученных значений нечеткой цели минимизации затрат совокупного дохода предприятий отрасли

Номер предприятия	Значение нечеткой цели минимизации затрат совокупного дохода	Степень принадлежности к нечеткой цели
17	1	0,8
15	1	0,6
14	1	0,6
13	2	0,6
16	3	0,6
3	11	0,5
6	9	0,9
7	12	0,9
8	14	0,7
9	13	0,9
11	15	0,7
1	29	0,5
10	27	0,3
12	30	0,9
5	46	0,9
4	63	0,9
2	181	0,8

Анализ полученных значений индекса технической эффективности в аспекте цифровизации предприятий отрасли с применением кластеризации представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Анализ полученных значений индекса технической эффективности в аспекте цифровизации предприятий отрасли

Номер предприятия	Индекс технической эффективности в аспекте цифровизации
17	0,002
15	0,002
14	0,002
13	0,004
16	0,0065
3	0,02
6	0,02
7	0,03
8	0,03
9	0,03
11	0,03
1	0,06
10	0,06
12	0,07
5	0,1
4	0,14
2	0,39

Результаты разбиение промышленных предприятий отрасли на кластеры по близким по расстоянию значениям представлен в таблице 4.5 и рисунке 4.1.

Таблица 4.5 - Разбиение промышленных предприятий отрасли на кластеры по близким по расстоянию значениям

Номер предприятия	Значение индекса технической эффективности в аспекте цифровизации	Номер кластера
17	0,002	Кластер 1 «Критически малая техническая эффективность»
15	0,002	
14	0,002	
13	0,004	
16	0,0065	
3	0,02	Кластер 2 «Малая техническая эффективность»
6	0,02	
7	0,03	
8	0,03	
9	0,03	
11	0,03	Кластер 3 «Удовлетворительная техническая эффективность»
1	0,06	
10	0,06	
12	0,07	
5	0,1	
4	0,14	Кластер 4 «Высокая техническая эффективность»
2	0,39	

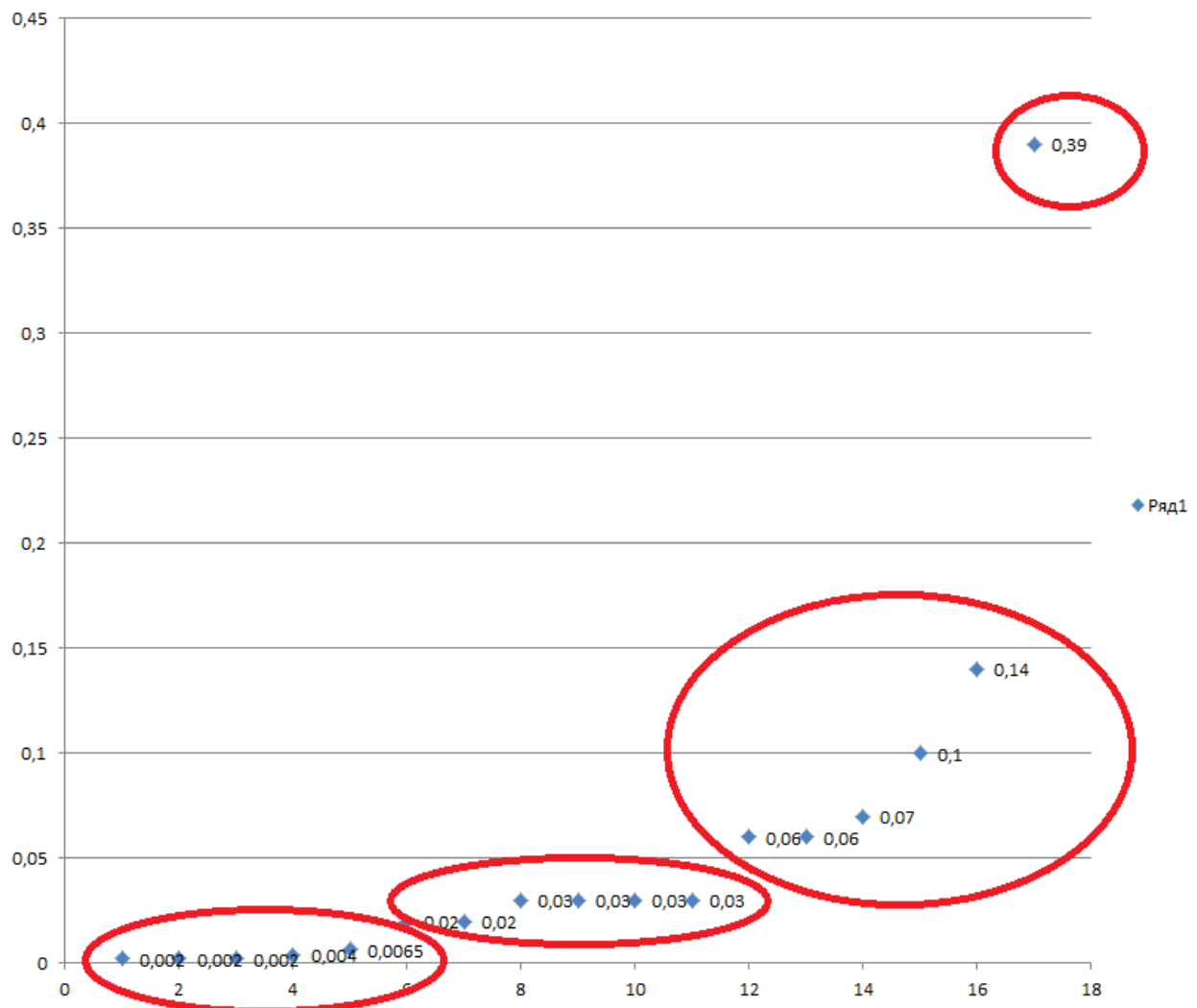


Рисунок 4.1 - Разбиение кластеры промышленных предприятий отрасли по близким по расстоянию значениям с использованием нечеткой логики

**Принятые обозначения:**

Зададим функции принадлежности для переменной «Техническая эффективность (цифровизация)» трапецевидного вида:

$ma(x)$  «Среднемалая» = {1, если  $x = [0, 0,01)$ ;  $0,02-x/0,01$ , если  $x = [0,01, 0,02)$ ;

0, если  $x > 0,02$ }  $mb(x)$  «Среднеудовлетворительная»= {1, если  $x = [0,02, 0,03)$ ;

$0,05-x/0,02$ , если  $x = [0,03, 0,05)$ ; 0, если  $x > 0,05$ }

$mc(x)$  «Средняя»= {1, если  $x = [0,03, 0,14)$ ;  $0,2-x/0,06$ , если  $x = [0,14, 0,2)$ ;

0, если  $x > 0,2$ }  $md(x)$  «Высокая»= {1, если  $x = [0,2, 1)$ ;

$0,2-x/0,05$ , если  $x = [0,15, 0,2)$ ; 0, если  $x < 0,3$ }

Разбиение промышленных предприятий отрасли на кластеры по близким по расстоянию значениям индекса технической эффективности в аспекте

цифровизации с использованием нечеткой логики представлено в таблице 4.6. и рисунке 4.2.

Таблица 4.6 - Разбиение промышленных предприятий отрасли на кластеры по близким по расстоянию значениям индекса технической эффективности в аспекте цифровизации с использованием нечеткой логики

Номер предприятия	Значение индекса технической эффективности в аспекте цифровизации	Название кластера			
17	0,002	Кластер 1. Среднемалая техническая эффективность (с разными степенями уверенности отнесения к этому классу)	Кластер 2. Среднеудовлетворительная техническая эффективность (с разными степенями уверенности отнесения к этому классу)		
15	0,002				
14	0,002				
13	0,004				
16	0,0065				
3	0,02				
6	0,02		Кластер 3. Средняя техническая эффективность (с разными степенями уверенности отнесения к этому классу)		
7	0,03				
8	0,03				
9	0,03				
11	0,03				
1	0,06	Кластер 4. Высокая техническая эффективность			
10	0,06				
12	0,07				
5	0,1				
4	0,14				
2	0,39				

В общем виде анализ экономической эффективности оценивается по следующим показателям: Материальные затраты (счет 10), Оплата труда (счет 70), Социально-страховые отчисления (счет 69), Амортизация (счет 02), Затраты на цифровизацию (счет 26), Затраты на подготовку производства (счет 60), Затраты на содержание оборудования (счет 24), Коммерческие расходы и др.

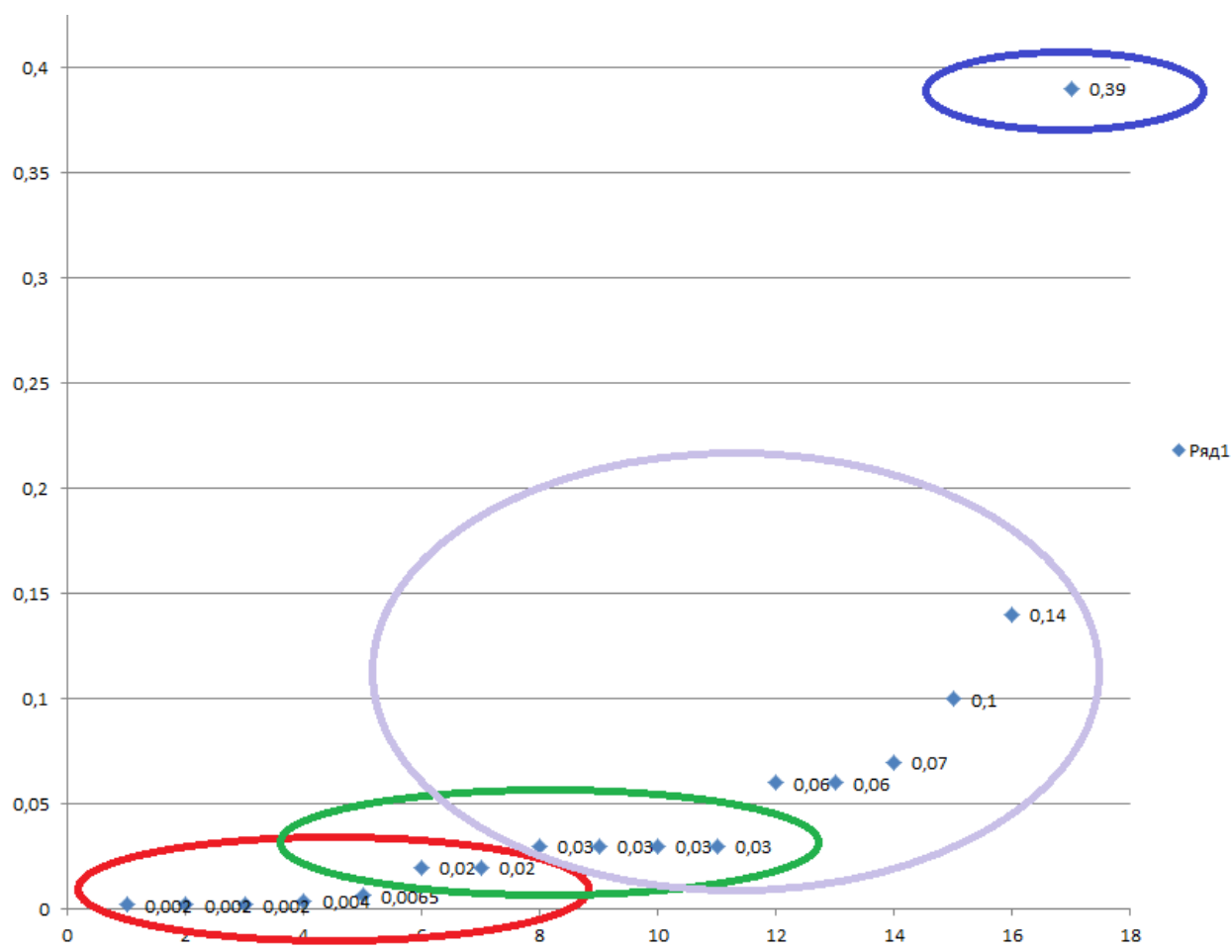


Рисунок 4.2 - Разбиение на нечеткие кластеры промышленных предприятий отрасли по близким по расстоянию значениям с использованием нечеткой логики

Расчет комплексного показателя технического уровня внедренных цифровых технологий на предприятия отрасли, участвовавших в эксперименте, представлен в таблице 4.7.

Таблица 4.7 - Расчет комплексного показателя технического уровня внедренных цифровых технологий на предприятия отрасли

Элемент	Комплексный показатель технического уровня цифровизации
АО «Салют»	0,42
ЗАО НПП «АНА»	0,17
ООО «Северный текстиль»	0,12

Существует достаточно широкий спектр подходов к оценке эффективности цифровизации предприятий. Основных два. Первый подход применяет прямые оценки, сопоставляя выгоды от цифровизации с затратами. Второй подход косвенной оценки выгод от цифровизации виде роста стоимости

бизнеса, его доходов, снижения издержек, повышения качества выпускаемой продукции и т.п. Основные показатели представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 - Коэффициенты, характеризующие экономическую эффективность производственного менеджмента

Наименование показателя	Что характеризует	Способ расчёта
Коэффициент финансовой независимости (Кфн)	Доля собственного капитала в валюте баланса	$K_{фн} = СК / ВБ$ , где СК — собственный капитал; ВБ — валюта баланса
Коэффициент задолженности (Кз)	Соотношение между заёмными и собственными средствами	$K_z = ЗК / СК$ , где ЗК — заёмный капитал; СК — собственный капитал
Коэффициент самофинансирования (Ксф)	Соотношение между собственными и заёмными средствами	$K_{сф} = СК / ЗК$
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами (Ко)	Доля оборотных (чистого капитала) средств в оборотных активах	$K_o = СОС / ОА$ , где СОС — собственные оборотные средства; ОА — оборотные активы
Коэффициент манёвренности (Км)	Доля собственных оборотных средств в собственном капитале	$K_m = СОС / СК$
Коэффициент финансовой напряжённости (Кф.напр.)	Доля заёмных средств в валюте баланса заёмщика	$K_{ф.напр.} = ЗК / ВБ$
Коэффициент соотношения мобильных и иммобилизованных активов (Кс)	Сколько внеоборотных активов приходится на каждый рубль оборотных активов	$K_c = ОА / ВОА$ , где ВОА — внеоборотные (иммобилизованные) активы
Коэффициент имущества производственного назначения (Кппн)	Доля имущества производственного назначения в активах предприятия	$K_{ппн} = (ВОА + З) / А$ , где З — запасы; А — общий объём активов (имущества)

В связи с тем, что чисто экономические методы оценивая эффективности цифровой трансформации не дают объективную оценку реальной ситуации, т.к. результаты цифровизации не всегда дают быстрый результат, могут постепенно повышать эффективность, точность или качество различных бизнес-процессов.

В процессе диссертационного исследования разработана, апробирована и внедрена методология экспертной оценки результативности производственного менеджмента в процессе цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности, которая позволила (по мнению руководителей предприятий) получить более точную оценку результативности цифровой трансформации. Методология и чек-лист оценки результативности

производственного менеджмента в процессе цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности представлены в приложении Г.

Результаты экспертного оценивания результативности производственного менеджмента в процессе цифровой трансформации трех предприятий отрасли, участвовавших в экспериментальных исследованиях, представлены в таблице 4.9. В исследовании участвовало 12 экспертов. Требования к экспертам заключались в общем стаже работы в отрасли не менее 20 лет, профильное образование и не менее 5 лет стажа работы в руководящей должности.

Таблица 4.9 - Результаты экспертного оценивания результативности производственного менеджмента в процессе цифровой трансформации

Предприятие отрасли	Интегрированный показатель К
АО «Салют»	0,42
ЗАО НПП «АНА»	0,17
ООО «Северный текстиль»	0,12

Как видно из представленных результатов, разработанный метод во многом коррелирует с данными, полученными при анализе эффективности других методов, а оценка точности и полноты руководителями предприятий позволяет сделать вывод о его достоверности и высоком качестве.

#### **4.2 Результаты апробации и внедрения методов повышения эффективности производственного менеджмента в условиях цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности**

Около трети российских фирм внедряют современные цифровые технологии в свою работу. Согласно информации Центра развития искусственного интеллекта при правительстве России, к концу 2023 года средний уровень применения ИИ в различных секторах экономики увеличился в 1,5 раза по сравнению с 2021 годом [72, с. 722].

С каждым годом растут возможности применения цифровых технологий в промышленности. Определяются наиболее востребованные решения, которые используют предприятия: анализ данных, контроль качества товаров, управление персоналом, а также маркетинг и продажи. Кроме того,

цифровизация способствует оптимизации производственных процессов, увеличению производительности и улучшению качества продукции. Это достигается благодаря внедрению таких технологий, как цифровые двойники и системы поддержки принятия решений [38].

Сегодня цифровые технологии активно применяются для обучения и повышения квалификации сотрудников. Автоматизированные системы мониторинга оборудования на основе промышленного интернета вещей позволяют своевременно проводить профилактическое обслуживание и быстро реагировать на возникающие проблемы. В сфере прогнозирования и принятия решений, сквозные информационные технологии показывают значительный потенциал, это дает возможность прогнозировать объемы производства и оптимизировать технологические процессы. Системы компьютерного (технического) зрения позволяют с высокой точностью выявлять отклонения от нормы в области качества выпускаемой продукции, что зачастую невозможно достичь с помощью традиционных методов контроля качества.

Такие компании, как ООО «Камышинский Текстиль» и «ОАО «Прядильно-ниточный комбинат им. С.М. Кирова», используют разработанные методы сквозных цифровых технологий для анализа данных и принятия оперативных решений. ООО «Искож» внедряет технологии для улучшения моделирования и оптимизации своих производственных процессов. Это способствует повышению эффективности и снижению затрат.

Некоторые компании, например ОАО «Павлово-Посадский камвольщик», применяют методы и модели оптимизации для прогнозирования возможных поломок оборудования и оптимизации графиков технического обслуживания. В 2024 году Краснодарская ткацкая фабрика начала внедрять ИИ-системы для контроля качества своей продукции. Эти технологии позволяют анализировать данные производственного процесса и выявлять аномалии, что значительно улучшает безопасность и качество товаров.

В качестве примера успешной автоматизации можно привести компанию «Декор-Авто», которая с 2021 года активно использует роботов с элементами

искусственного интеллекта для упаковки и сортировки своей продукции. Это не только увеличило производительность, но и дало возможность сотрудникам сосредоточиться на более сложных производственных задачах.

Директор по сквозным цифровым технологиям в компании НАО «Клинское производственное текстильно-галантерейное объединение», определяет, что такие технологии не только улучшают производственные процессы, но и способствуют снижению затрат. Конкретные показатели экономии, достигнутые благодаря цифровизации, могут различаться в зависимости от особенностей предприятия, специфики решаемой задачи и ее влияния на общую эффективность бизнеса. К примеру, предсказательное техническое обслуживание позволяет сократить затраты на простой оборудования из-за неожиданных поломок более чем на треть. Внедрение искусственного интеллекта в промышленном комплексе способствует оптимизации бизнес-процессов, начиная от управления запасами и заканчивая прогнозированием производства. Например, система мониторинга брака текстильной продукции может увеличить объем производства до 10%, что непосредственно скажется на прибыли компании, доля применения технологий в промышленности может быть и значительно выше.

С учетом разработанных моделей, этот показатель может легко превышать 70%, поскольку в каждой крупной компании работают HR, PR-специалисты, маркетологи, юристы и разработчики программного обеспечения. Каждая из этих профессий в настоящее время получает значительные преимущества от применения LLM. Промышленные предприятия России с каждым годом все больше внедряют искусственный интеллект в свою деятельность. Согласно данным регионального министерства промышленности, около 15% промышленных компаний страны активно используют данные технологии, а еще 20% организаций тестируют решения в пилотном режиме.

На своих дочерних компаниях «ПК Биг Текст» и «Текстиль-Индустрия» внедряются как собственные технологии, так и разработки других российских производителей. Например, на производстве «ПК Биг Текст» реализован проект

«Цифровое производство», который является уникальной разработкой фабрики «Московский шелк». С помощью этой программы специалисты могут в режиме реального времени следить за работой производства, находясь в офисе за компьютером. При этом система автоматически рассчитывает оптимальные режимы работы на фабрике, что делает их более эффективными и безопасными.

Программа позволила снизить потери ткани на 10% благодаря предотвращению остановок путем оптимизации режимов работы оборудования, а также более чем на 71% за счет быстрого обнаружения поломок на своих установках. Кроме того, логистические расходы были уменьшены почти на 45% благодаря внедрению системы дистанционного управления для поставок текстиля, выведенных на верхний уровень. И другие крупные компании страны активно применяют сквозные цифровые технологии для улучшения производственных процессов, увеличения эффективности и уменьшения негативного воздействия на производство.

В 2023 году «Гардинно-кружевная компания» начала использовать интеллектуальные системы для управления потоком ткани и внедрила ИИ для анализа выбросов. Это дало возможность оптимизировать потребление кружевного текстиля и сократить выбросы брака на 15%. «Гардинно-кружевная компания» также использует машинное обучение для оптимизации процессов.

Внедрение цифровых технологий среди систем дало возможность увеличить производительность на 8% и улучшить контроль качества продукции. Благодаря применению искусственного интеллекта, компания смогла увеличить объемы производства и уменьшить количество простоев на своем предприятии. Некоторые компании в России занимают ведущие позиции в области автоматизации в своих секторах. Несмотря на то, что в целом уровень применения искусственного интеллекта остается довольно низким, сфера разработки сквозных цифровых технологий все еще находится на стадии формирования.

Внедрение разработанных методов и моделей происходит неравномерно и зависит не столько от географического положения, сколько от особенностей

компаний и отраслей, а также от ожидаемого бизнес-результата. Ключевые области применения сквозных цифровых технологий включают контроль качества продукции, а также обеспечение охраны труда и промышленной безопасности. Компании внедряют технологии, которые помогают следить за соблюдением определенных норм правил и осуществлять предупреждение или реагирование на сбои. В легкой и текстильной промышленности применяются технологии, которое позволяет следить за качеством продукции по различным параметрам, таким как цвет, форма и размеры, что упрощает ручной труд и минимизирует влияние человеческого фактора.

Несмотря на то, что цифровизация производства способствует повышению эффективности множества рутинных задач, контроль за производственными процессами, особенно на промышленных предприятиях, по-прежнему остается важной задачей для предприятий. Любой продукт, созданный с помощью сквозных цифровых технологий, должен находиться под контролем опытного специалиста. Разработанные модели следует рассматривать как помощника, который справляется с рутинными задачами, а не как замену персоналу. Уровень доверия к ИИ зависит от конкретной задачи и качества обучения модели, но никогда не достигает 100%.

Сквозные цифровые технологии прекрасно справляются с первичным анализом больших объемов данных и формированием рекомендаций, однако эти рекомендации обязательно нужно проверять. Если результат, представленный в виде изображения, можно легко проанализировать на предмет корректности — например, заметить, что в сгенерированной модели изделия лишний элемент, — то проверка кода требует значительных трудозатрат. Чем сложнее задача, тем более квалифицированные специалисты должны контролировать результаты. Компания «Клинское ПТГО» выделила три ключевых фактора, которые препятствуют активному внедрению сквозных цифровых технологий в стране. Первая группа включает в себя организации, которые не понимают ценность цифровизации и не имеют представления о ее применении. Вторая группа

осведомлена о возможностях цифровых технологий, но не стремится к его внедрению.

Причины различны: некоторые не желают изменять уже существующие процессы (даже если они убыточны), существуют отраслевые особенности, требующие разработки индивидуальных решений, а также нехватка необходимых компетенций. Кроме того, многие разочарованы отсутствием быстрого результата, поскольку достижение высокого качества требует времени и усилий. К третьей категории эксперты отнесли компании, которые осведомлены о возможностях применения методов и моделей сквозных цифровых технологий, но не могут их внедрить. Основные препятствия — нехватка кадров и трудности в поиске специалистов для поддержки, финансовые затраты на внедрение и создание инфраструктуры, а также высокая трудоемкость сбора и анализа специфических данных для обучения.

Нехватка кадров является одной из ключевых проблем в отрасли, но выделяют и другие факторы: санкции, инерция мышления, трудности с финансированием. Исследования показывают, даже если в компании есть технические специалисты, зачастую им не хватает специфических знаний о применении новых технологий в рамках конкретных отраслей.

Санкции сказываются на доступе к зарубежным технологиям и решениям, которые являются основой большинства разработок. Отсутствие доступа к международному опыту и экспертам, а также ограничения на сотрудничество с зарубежными партнерами создают определенный информационный вакуум.

#### **4.3 Особенности внедрения инноваций, цифровой трансформации и информатизации бизнес-процессов на предприятиях отрасли**

Большая часть систем управления состоит из множества отдельных событий. Например, при использовании дискретно-событийного метода система моделируется на среднем уровне абстракции. Этот метод можно использовать в случае возможности подгрузить в систему достоверные данные в общей поэтапной структуре. Чаще возникают трудности с пониманием, какой из методов

существующего моделирования больше подходит в рамках конкретных задач. При разработке информационно-аналитических систем необходимо учитывать структуру предприятий и функции отделов и служб. Организационная структура швейного предприятия представлена на рисунке 4.10.

Таблица 4.10 - Типовая организационная структура швейного предприятия с распределением функционала

№	Название отдела	Вид деятельности
1.	Отдел кадров	<ul style="list-style-type: none"> <li>• организация отбора, набора и найма персонала, необходимой квалификации и в требуемом объеме;</li> <li>• создание эффективной системы штатных сотрудников;</li> <li>• разработка карьерных планов сотрудников;</li> <li>• разработка кадровых технологий.</li> </ul>
2.	Плановый отдел	Обобщает результаты обоснований других служб в стоимостном выражении и согласовывает цены и тарифы с отделами снабжения и сбыта. Об изменении текущих норм в стоимостном и натуральном выражении докладывает главному экономисту для принятия мер по закреплению положительных результатов и предупреждения негативных явлений.
3.	Бухгалтерия	Ведёт расчеты с рабочими и служащими по оплате труда и социальному страхованию, расчеты с финансовыми органами, банками и депонентами, составляет отчетность по труду и заработной плате. Ведет расчет с поставщиками, учитывает движение основных средств, материалов, тары, малоценных и быстроизнашивающихся предметов. Проверяет правильность ведения складского учета материальных ценностей, составляет отчет о наличии и движении материальных и других имущественных ценностей. Осуществляет учет издержек производства, исчисляет себестоимость продукции, составляет отчетность о выполнении плана по выпуску продукции и ее себестоимости. Учитывает наличие и движение готовых изделий на складах. В этом отделе ведется учет готовой продукции, ее реализации. Отдел ведет учет расчетов с покупателями, осуществляет контроль за правильностью и своевременностью поступления платежей от них. Составляет сводные и обобщающие документы, организует бухгалтерский архив.
4.	Отдел снабжения	Занимается закупками материальных ценностей на предприятии.
5.	Отдел сбыта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обеспечение реализации продукции предприятия.</li> <li>• обеспечение 100 % выполнения заданий и обязательств по поставкам продукции и товаров в соответствии с заключенными договорами и заказами-нарядами внешнеторговых организаций.</li> <li>• рационализация работы отдела продаж предприятия, снижение затратив сбыт продукции.</li> </ul>
6.	Отдел продаж	<ul style="list-style-type: none"> <li>• контроль и координация работ по продаже товаров;</li> <li>• составление плана продаж и проведение мероприятий по расширению рынков сбыта и увеличению объёмов продаж</li> </ul>

7.	Складские помещения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• приём товара</li> <li>• оценка целостности упаковки</li> <li>• инвентаризация</li> <li>• ведение учётной документации</li> </ul>
8.	Отдел технического контроля	<ul style="list-style-type: none"> <li>• контроль за качеством и комплектностью изготавливаемых предприятием изделий</li> <li>• анализ и технический учет брака и дефектов продукции</li> <li>• организация получения от потребителей и систематизация информации по качеству и надежности изделий</li> <li>• контроль за комплектованием, упаковкой и консервацией готовой продукции</li> <li>• контроль за своевременной подготовкой и проведением мероприятий, связанных с введением новых стандартов, технических условий и нормалей.</li> </ul>
8.	Отдел технического контроля	<ul style="list-style-type: none"> <li>• контроль за наличием товарного знака (марки предприятия) на готовых изделиях</li> <li>• осуществление учета показателей качества выпускаемой продукции по всем подразделениям производства.</li> <li>• участие в подготовке договоров на поставку предприятию предназначенных для основного производства сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий и инструмента в части согласования условий приемки их по качеству.</li> <li>• разработка предложений о повышении требований к качеству изготавливаемой и потребляемой предприятием продукции, о совершенствовании нормативно-технической документации, устанавливающей эти требования, а также предложений, направленных на стимулирование выпуска продукции высокого качества и борьбу с выпуском недоброкачественной продукции</li> </ul>
9.	Производственно-технический отдел	Занимается расчетом необходимого для производства оборудования, кураторством производства (выяснение хватает ли оборудования, материалов, трудовых ресурсов для выполнения какой-нибудь задачи), решением текущих вопросов, связанных с производством
10.	Механический цех	Ремонт оборудования, отслеживание состояния оборудования
11.	Цех влажно-тепловой обработки	Очистить изделие от производственного мусора, отутюжить изделие на прессах, паровоздушных манекенах разных видов и конструкций, пришить пуговицы, оформить изделие документально, проверить качество обработки изделия и сдать изделие на склад готовой продукции в зависимости от вида изделия в подвешенном состоянии или в сложенном виде.
12.	Швейный цех	Полученные детали из раскройного цеха собирают в узлы, а потом монтируют в изделие. Функции швейного цеха: получение деталей кроя, проверка деталей кроя, наметка необходимых вспомогательных линий, запуск деталей кроя в поток, обработка деталей, монтаж и отделка изделия. В швейном цеху могут находиться несколько технологических потоков для запуска разных моделей изделий. Технологические потоки оснащены для пошива швейных изделий специальными, специализированными машинами, автоматами и полуавтоматами, а также

		оборудованием для влажно-тепловой обработки отечественного и импортного производств. Ручная работа в швейных цехах в основном представляет 5-7 % от времени обработки изделия. Запуск моделей в поток делает инженер - технолог цеха, который разрабатывает схему разделения труда для каждого рабочего в потоке и следит за качеством и правильностью выполнения операций
13.	Подготовительный цех	Подготавливает ткани к раскрою. Функции цеха подготовки: прием поступающей ткани на предприятие, промер и проверка дефектов материалов, которые поступили, разбраковывание «подсортировка» материалов, хранение подготовленных к раскрою материалов, расчет кусков материалов для запуска модели, подготовка раскладки лекал на полотне или бумаге.
14.	Раскройный цех	Проводится настиление ткани, полученной из цеха подготовки и разрезание настила на детали запускаемой модели. Функции раскройного цеха: настиление материала, раскрой настила, проверка качества кроя, нумерация деталей кроя, комплектование деталей кроя и отправление в швейный цех.
15.	Экспертный цех	Проверяется прочность ткани на разрыв, клеящие характеристики ткани, ее усадочность, стираемость, пилингуемость, миграция волокон, прочность крашения и т.д. Проверяется качество готового изделия. Все данные исследования тканей поступают в необходимые участки цехов.

«Учитывая тенденции отрасли последних лет, можно заметить, что они имеют некоторые пересечения, которые могут быть использованы при разумном предпринимательском подходе. В частности, речь идет об использовании переработанного пластика и прочих отходов для получения химических волокон с улучшенными потребительскими свойствами. В наши дни редко можно встретить товары текстильной промышленности, которые были бы сделаны на 100% из натуральных волокон, так как такой продукт экономически не выгоден и не является конкурентным по физическим и многим другим параметрам» [159].

«Это привело отрасль в текущую ситуацию, где синтетические волокна становятся основным сырьем. Именно на этом этапе крупным промышленным концернам приходит понимание, что текущие технологии позволяют использовать переработанные отходы для выпуска продукции легкой промышленности, тем самым удешевляя производство и смягчая экологический «след» [159]. Поэтому разрабатываются безотходные технологии производства с автоматизированным оборудованием или робототехническими системами. «Среди наиболее известных предметов гардероба, которые производятся с

использованием пластика, числятся колготки, многие флисовые куртки, экошубы, спортивная одежда, плащи и дождевики и др.

Примечательно, что зачастую данные продукты обладают более широким спектром характеристик, в том числе эстетическими, что делает их абсолютно конкурентными» [159]. «Волокна из вторичного ПЭТ находят самое различное применение. Геотекстильное полотно, возможно, станет изготавливаться полностью из вторичного ПЭТ при условии обеспечения стабильного качества и гарантированных объемов поставок. Другим способом применения волокон может стать изготовление обивки для автомобилей и ковровых покрытий для жилых и офисных помещений. Динамика роста текстильной и строительных отраслей, сельского хозяйства, а также дорожного строительства в РФ формирует устойчивый тренд на увеличение потребления полиэфирных волокон в разрезе основных товарных групп (волокно, геотекстиль, нетканые материалы) в ближайшей перспективе» [159] (рисунок 4.3).

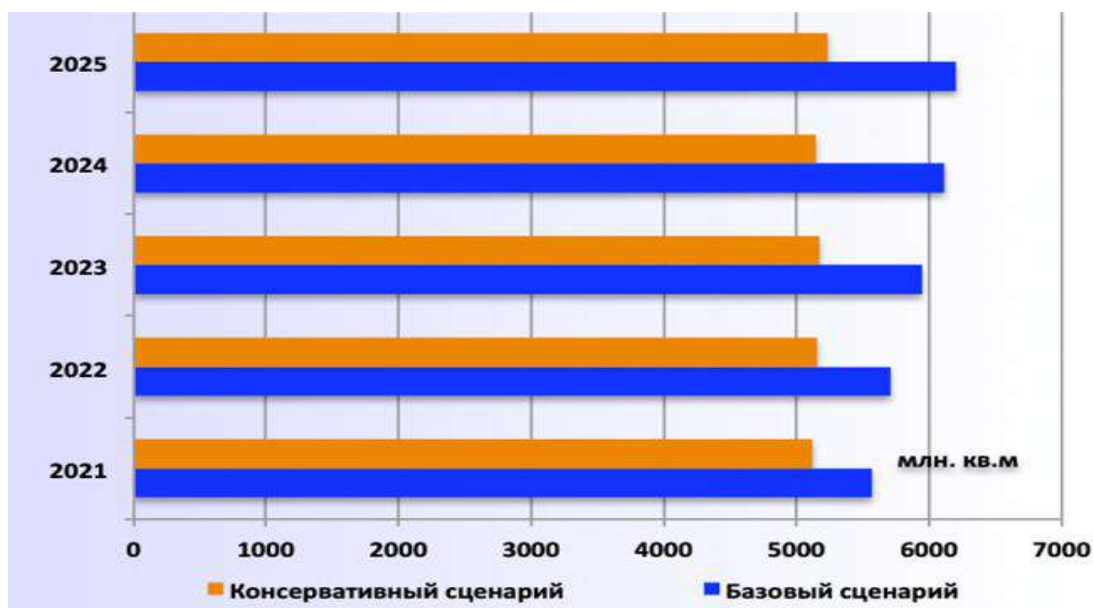


Рисунок 4.3 – Прогноз потребления нетканых материалов в натуральном выражении и в России (млн. кв. м.)

*Источник: МА ROIF Exper*

«Для достижения максимального экономического эффекта и учитывая доступные площади участка, целесообразно разместить на нем дополнительные мощности по выпуску полиэфирного волокна, цех изготовления флэкса из

сортированных пластиковых бутылок, а также разместить дополнительные складские помещения» [159].

«Востребована, и пряжа с высокими линейными плотностями применяется для создания тканей, которые используются в производстве специальной одежды, защитных перчаток, верхней части специальной обуви, укывных палаток, пологов, рюкзаков, тентов и других изделий» [159].

Увеличение объемов производства нетканых и композиционных материалов связано с заметным повышением потребности в текстильной продукции специализированного назначения. Изготовление пряжи и нетканых материалов из вторичных изделий и текстильных отходов способствует улучшению экологической ситуации, эффективному использованию природных ресурсов и созданию новых рабочих мест.

«Создание качественного регенерированного волокна невозможно без надлежащей организации информатизированного процесса и применения современного оборудования. Полный технологический цикл производства регенерированных волокон из текстильных отходов включает в себя несколько этапов: прием и контроль качества сырья, сортировка сырья по типам материалов, удаление фурнитуры и мелких элементов, получение регенерированных волокон, прессование, маркировка и упаковка, складирование и формирование партий, а также хранение готовой продукции» [159].

«Тем не менее, процесс получения регенерированных волокон и их использование в производстве пряжи демонстрирует негативное влияние комплексов волокон, содержащихся (более 30%) в волокнистой массе после регенерации, на технологический процесс прядения на пневмомеханических и кольцепрядильных машинах» [142]. Разработка метода информатизации осуществлялась на базе предприятий легкой промышленности.

На основе вышесказанного следует, что необходимый объем для дуги соответствует объему воздуха, а если его уменьшить, нам понадобится материал равный  $1\rho$ . «Подача нарезанных текстильных отходов к многобарабанной щипальной машине может быть выполнена с использованием питающих

устройств. Разрыхленный волокнистый материал выводится из машины либо с помощью вентилятора, либо через устройство для удаления пыли. Это устройство включает два перфорированных барабана, из которых воздух откачивается, пару выпускных валиков и отводящий транспортер» [119, с. 40].

«Во время процесса расщипывания и очистки волокнистой массы важно обеспечить бережный режим работы оборудования, чтобы защитить волокна от механических повреждений. На предприятиях для обработки текстильных отходов используются ротационные резальные машины. Резальная машина модели АС39 предназначена для нарезки текстильных отходов на заданную длину.

После того как отходы нарезаны, они перемещаются на выходной транспортер, который подает их к выпускным валам. Далее нарезанные материалы поступают в многобарабанную щипальную машину, предназначенную для разволокнения текстильных отходов различных типов и составов на отдельные волокна и их комплексы» [21]. Проведено исследование с целью анализа состава текстиля. Было установлено, что используемые в работе материалы имеют способность преобразоваться в множество волокон (брак). Для этого был составлен процент регенерации данного волокна (таблице 4.11).

Таблица 4.11 - Состав регенерируемой ткани

<b>Показатель</b>	<b>% регенерации</b>
Один моток ткани	52,0
Набор ткани	28,0
Моток + набор	5,0
Другие отходы	2,0

Регенерация ткани возможна как одинарным путем, так и комплексной обработкой [5]. Чаще материал из отходов брака ткани используются компаниями другой промышленности. При этом сюда можно отнести ателье. Так, описанная модель и произведенные расчеты способствуют более рациональному использованию производственных ресурсов. Далее определим параметры процесса, оказывать влияние на конечный результат при неизменном качестве.

Производственный процесс можно представить в виде модели, на входе которой находятся: паспорт  $ПП_j$ , согласно которому определяется не только объем материалов  $C_{ji}$  (если речь идет о начальном этапе) или полуфабриката  $П_{jk}$ , время загрузки оборудования  $T$ , но и количество сотрудников, необходимых для реализации стадии [53, с. 57-89]. Перед началом процесса проверяется условие соблюдения количества сотрудников (которые проходят авторизацию), а также нормы времени загрузки оборудования посредством анализа объема ресурсов, задействованных в процессе.

Для каждого выхода определенного объема продукта задаются конкретные параметры ресурсов в  $ПП_j$ . Если какой-либо параметр приводит к тому, что время загрузки не соответствует нормативам, указанным в паспорте  $ПП_j$ , интерфейс ПО выводит сообщение о несоответствии. Сотрудник меняет объем поступающего ресурса, происходит снова проверка соблюдения условий реально поступающего объема и объема по паспорту. В случае, если параметры совпадают, подается электроэнергия на оборудование, настройка производится в соответствии с режимом производства  $P_j$ , который обеспечивает получение оптимального уровня качества продукта.

На оборудование поступают материалы (или полуфабрикат). На выходе образуется продукт  $П_{jk}$ , который для следующей стадии является полуфабрикатом, а если это завершающий процесс – то полноценным продуктом. Качество продукта оценивается, исходя из тех критериев, которые занесены в паспорт продукта (в паспорте содержатся критерии как для оценки промежуточных результатов (полуфабрикатов), так и конечного продукта). В случае, если качество не удовлетворяет условиям, единица продукта указывается как брак  $N_j$ . Таким образом, на выходе мы можем получить не только продукт, но и брак. Большое количество бракованных изделий свидетельствует о том, что есть необходимость в улучшении качества производственного процесса. Для этого все случаи брака собираются в одну таблицу, распределение происходит по причинам брака, анализ производится как минимум за 1 год. Рассчитывается

объем брака по каждой причине (в %) и потери, возникающие из-за появления некондиции.

Повторяющиеся случаи анализируются и предпринимаются меры по устранению причины, вызвавшей появление бракованных изделий. Мониторинг качества на выходе предусматривает не только общий анализ, но и более тщательный тех единиц партии, которые отошли в брак, для понимания причин. Остальные единицы отправляются на следующую стадию производства. Появляется параллельный процесс анализа брака. Данная мера ответвления производственного процесса позволяет более тщательно подходить к вопросу выявления и предотвращения брака.

Тщательный анализ позволяет выявить единицы продукции, которые могут подвергаться повторному процессу определенной стадии, если это возможно. В таком случае такая единица может быть обозначена, как  $C_{Nj}$  [152]. Разработанный подход [161] к оцениванию механизма принятия управленческих решений в области управления предприятием легкой промышленности приведен на рисунке 3.13. Взаимодействие сотрудников происходит не только в процессе проверки условий, но и в том, что сотрудник (имеющий определенные права доступа) может изменять параметры таким образом, чтобы модернизировать процесс.

Целесообразно осуществлять изменения в паспорте, описывающем процесс производства всего продукта ППУ( $M_{v,\lambda}$ ). Так, если выявлен большой процент брака от неправильного расположения материальных ресурсов для их обработки (например, сотрудник разместил неровно ткань, либо в неправильном направлении нитей, или же ткань оказалась с сильными заломами, а сотрудник этого не заметил), следует усовершенствовать процесс проверки сырья перед подачей, а также контроль размещения материала перед процессом.

Ещё одной проблемой, которая «решалась в процессе диссертационного исследования было использование в производстве смесевых тканей из натурального, искусственного и синтетического волокна. Задача найти оптимальный состав для максимального удовлетворения потребностей

потребителей. Разработана математическая модель оптимизации состава смеси из натурального, искусственного и синтетического волокон» [159,160,162,164].

Введем следующие обозначения:

$h_{imin}$ - минимальное значение  $i$ -го показателя среди всего множества рассматриваемых волокон;

$h_{imax}$ - максимальное значение  $i$ -го показателя среди всего множества рассматриваемых волокон;

$h_{ij}$ - значение  $i$ -го показателя  $j$ -го натурального волокна ( $j=1,\dots,J$ );

$J$ - количество рассматриваемых натуральных волокон;

$h_{il}$ - значение  $i$ -го показателя  $l$ -го искусственного волокна ( $l=1,\dots,L$ );

$L$ - количество рассматриваемых искусственных волокон;

$h_{im}$ - значение  $i$ -го показателя  $m$ -го синтетического волокна ( $m=1,\dots,M$ );

$M$ - количество рассматриваемых синтетических волокон;

$x_1$  – доля натурального волокна в изделии;

$x_2$  – доля искусственного волокна в изделии;

$x_3$  – доля синтетического волокна в изделии.

Отметим, что сумма долей входящих в изделие волокон равна единице

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1 \quad (4.2)$$

Тогда для смеси  $j$ -го натурального,  $l$ -го искусственного и  $m$ -го синтетического волокна значение  $i$ -го показателя составит

$$h_i = x_1 h_{ij} + x_2 h_{il} + x_3 h_{im} \quad (4.3)$$

Рассмотрим возможные требования к показателю [159,160,162,164]:

1. Показатель  $h_i$  должен быть как можно больше. Тогда критерий несоответствия изделия требованию потребителя по  $i$ -му показателю:

$$q_i = \frac{h_{imax} - h_i}{h_{imax} - h_{imin}} \quad (4.4)$$

Значение критерия может меняться в диапазоне от 0 до 1 и является безразмерным.

2. Показатель  $h_i$  должен быть как можно меньше. Тогда критерий несоответствия изделия требованию потребителя по  $i$ -му показателю

$$q_i = \frac{h_i - h_{imin}}{h_{imax} - h_{imin}} \quad (4.5)$$

Этот критерий также может изменяться в диапазоне [0,1].

3. Показатель  $h_i$  должен принимать конкретное желаемое значение, быть не менее какого-то значения, быть не более какого-то значения.

$$h_i = w_i; \quad h_i \geq w_i; \quad h_i \leq w_i. \quad (4.6)$$

Такие ограничения могут задаваться в виде ограничений оптимизационной модели. Тогда обобщенный критерий несоответствия изделия требованию потребителя может быть представлен в виде

$$Q = \sum_{i \in I} a_i q_i, \quad (4.7)$$

где  $I$  – множество показателей 1 и 2 типа,  $a_i$ - коэффициент весомости, учитывающий важность  $i$ -го показателя для потребителя изделия.

Критерий оптимизации имеет вид:

$$Q = \sum_{i \in I} a_i q_i \rightarrow \min \quad (4.8)$$

при наличии ограничений

$$x_1 h_{ij} + x_2 h_{il} + x_3 h_{im} \# w_i, \quad (4.9)$$

где знак  $\#$  может означать  $=, \geq, \leq$ .

«Сформулированная задача является задачей линейного программирования. Внешний блок алгоритма – перебор всех возможных комбинаций натурального, искусственного и синтетического волокон ( $j=1, \dots, J$ ;  $l=1, \dots, L, m=1, \dots, M$ ). Рассмотрим применение алгоритма на данных по характеристикам волокон» [159,160,162,164] (таблица 4.12).

К показателям 1 и 2 типов относятся предел прочности, разрывная длина и разрывное удлинение, которые должны быть как можно больше. Для оценки коэффициентов весомости этих показателей была организована процедура экспертных оценок рангов этих показателей. Результаты экспертных оценок приведены в таблице 4.13.

Таблица 4.12 - Характеристикам применяемых волокон

Волокна	Удельный вес г/см <sup>3</sup>	Предел прочности при разрыве, Н/мм <sup>2</sup>	Влажность, %	Термостойкость	Разрывная длина	Разрывное удлинение
Натуральные						
Хлопок	1,52	52	6	100	30	8
Лён	1,50	60	11	100	52	3
Шерсть	1,32	14	14	70	13	30
Шёлк	1,37	50	11	100	38	21
Искусственные						
Вискозное	1,52	27	12	120	30	20
Медно-аммиачное	1,52	17	13	100	17	13
Ацетатное	1,30	12	7	100	12	26
Синтетические						
Капрон	1,14	57	4	100	48	23
Хлорин	1,6	22	0	80	22	22
Нитрон	1,17	46	0,1	120	36	20

Таблица 4.13 - Результаты экспертных оценок

Показатели	Предел прочности при разрыве, Н/мм <sup>2</sup>	Разрывная длина	Разрывное удлинение
Номера экспертов	Ранговые оценки экспертов		
1	1	3	2
2	1	2	3
3	1	2	3
4	1	3	2
5	1	3	2
Сумма рангов	5	13	12
Итоговый ранг	1	3	2

Требования к экспертам формулировались с учетом стажа и опыта работы. После этого рассчитывается коэффициент конкордации, определяющий степень согласованности мнений экспертов.

Особое место в процессах повышения эффективности производства предприятий текстильной и легкой промышленности занимают вопросы применения современных методологий управления производством. Наиболее востребованными в отрасли стали методологии бережливого производства и шесть сигма [157]. Проанализируем их достоинства и недостатки, представленные в таблицах 4.14 и 4.15.

Таблица 4.14 - Основные достоинства и недостатки методологии бережливого производства

Достоинства концепции бережливого производства	Недостатки концепции бережливого производства
1. Минимизация потерь. 2. Экологическая составляющая. Снижение объёма отходов и выбросов. 3. Оптимизация затрат рабочего времени. 4. Минимизация складских площадей. 5. Минимизация брака и выявление дефектов на каждом производственном этапе.	1. Риски сбоя поставок. Основной фактор связан с минимизацией складских площадей. 2. Проблемы со сложностью внедрения инструментария бережливого производства.

Таблица 4.15 - Основные достоинства и недостатки концепции «шесть сигм»

Достоинства концепции «шесть сигм»	Недостатки концепции «шесть сигм»
1. Незначительный объём инвестиций, требуемых для внедрения методологии. 3. Повышение надёжности и устойчивости производственных и бизнес-процессов. 4. Синергия от использования методологии «Шесть сигм» в сочетании с другой методологией управления производственными и бизнес-процессами.	1. Требования к обучению персонала, необходимость развития дополнительных компетенций. 2. Отсутствие разработанной концепции для всех бизнес-процессов и не только производственных

«Исследования показывают, что качество реализации концепции «шесть сигм» резко возрастает при устранении инструментами бережливого производства этапов производственных и бизнес-процессов, не создающих добавочную стоимость. На рисунке 4.4 представлены данные, демонстрирующие эффект от суммарного воздействия дефектов на реальную пропускную способность промышленных и бизнес-процессов (технологической карты оказания услуг)» [157].

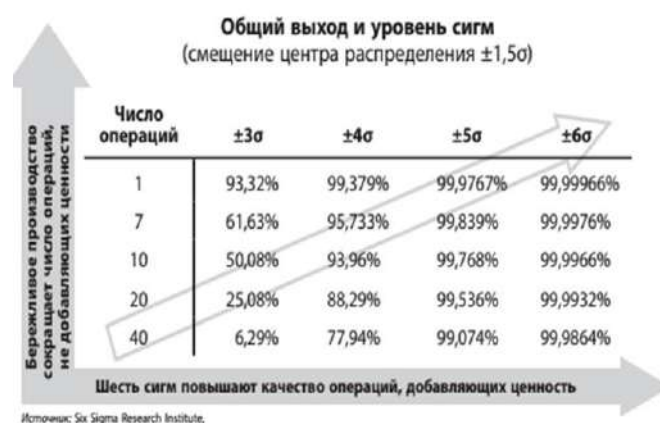


Рисунок 4.4 - Реальная пропускная способность  
Источник: Six Sigma Research Institute

Проведенный анализ реализации методологии «шесть сигм» и концепции бережливое производство показал, что в настоящее время не нашел теоретического разрешения вопрос первоочередности и последовательности применения инструментарием бережливого производства и «шесть сигм» в ходе оптимизации бизнес-процессов в компании.

#### **4.4 Разработка рекомендаций по использованию информационно-аналитической системы поддержки принятия управленческих решений на предприятиях отрасли**

Задача обеспечения информационно-аналитической поддержки деятельности руководителей промышленных предприятий всегда была и остается актуальной для любой компании.

Современные промышленные предприятия сталкиваются с интеллектуальным вызовом. Важно осознавать, что интеллект, являясь частью мышления, способен создавать адекватное представление о мире и оценивать происходящие в нем процессы не только на основе знаний, но и благодаря готовности применять методологические подходы и закономерности системного развития (учитывая, что всё является системой), включая разнообразие точек зрения, характерное для реальной социальной практики.

Для осуществления междисциплинарных исследований необходимо учитывать потребность в использовании адекватных методологических инструментов. В науке уже накоплены элементы целостного знания и составляющие научной картины мира, которые сегодня можно технологически формировать для обоснования социальной практики и принятия решений, связанных с развитием человечества, а также для поиска новых качественных подходов к решению актуальных проблем современности [133].

Наличие необходимости в создании адекватного знания на практике зависит не столько от ученых, сколько от выполнения задачи соблюдения принципа методологического соответствия при решении социальных, особенно управленческих, задач. В этом контексте возрастает значимость аналитического

этапа в процессе подготовки и принятия решений в управлении. При утверждении необходимости проведения ситуационного анализа аналитики обычно предлагают реализовать комплекс данных.

В концепции технологического развития России, утвержденной 20 мая 2023 года, акцентируется внимание на том, что к 2030 году доля высокотехнологичной продукции отечественного производства, включая телекоммуникационное оборудование и программное обеспечение, должна достигнуть не менее 75% от общего объема потребления.

Для решения проблемы импортозависимости необходимо сосредоточиться на развитии собственных технологий, что обеспечит долгосрочную конкурентоспособность, а также на подготовке квалифицированных специалистов, обладающих навыками работы с российским программным обеспечением.

В 2022 году Министерство науки и высшего образования Российской Федерации разработало и утвердило методические рекомендации, направленные на эффективный переход высших учебных заведений к преимущественному использованию отечественного программного обеспечения в период с 2022 по 2024 годы. На сайте Министерства был создан раздел, посвященный «Импортозамещению ИТ в области науки и высшего образования», где размещены реестры аппаратных средств и программных решений для образовательных и научных учреждений. Процесс цифровой трансформации вузов уже начат, однако исследователи указывают на существующие трудности и преграды при переходе учебного процесса на отечественное программное обеспечение.

### **Выводы по четвертой главе**

Заключительная глава исследования посвящена анализу результатов внедрения разработанных методов и моделей повышения эффективности производственного менеджмента на предприятиях отрасли.

Инновации имеют долгий путь, но каждый этап этого пути важен и не может быть проигнорирован, ведь так разработка будет жизнеспособной. В ходе данного пути применяются решения, которые позволяют оценить эффективность разработки. Проведена оценка технической эффективности предприятий отрасли в вопросах цифровизации методом DEA-моделирования и технологиями линейного программирования.

Метод DEA подразумевает анализ конечного числа данных DMU и PMU. DMU - единицами принятия решений (таких как частные фирмы. PMU - единицы принятия решений города и регионы и т. д. Создание модели DEA включает:

- определение и выбор входных и выходных переменных;
- определение и выбор направления оптимизации — минимизация входных данных или максимизация выходных переменных;
- возможное ограничение по весовым функциям;
- применение данных поперечного сечения или продольных данных.

В исследовании приняли участие семнадцать предприятий текстильной и легкой промышленности, были собраны данные о совокупном доходе, заработной плате персонала, сумме активов, общих затратах и затратах на цифровизацию производства. В соответствии с предложенной методикой вначале проводились расчёты на базе предприятий с большими общими затратами (см. номера предприятий: №1, № 2, №4, №5, №7, № 8, №10, №11, №12), затем расчёты были направлены на группу предприятий с малыми общими затратами (см. номера предприятий № 3, №6, №9, №13, №14, № 15, № 16, № 17). Аналогичным путём была решена прямая задача линейного программирования симплексным методом по затратам на цифровизацию производства. Следующим этапом было разбиение промышленных предприятий отрасли на кластеры по близким по расстоянию значениям индекса технической эффективности в аспекте цифровизации с использованием нечеткой логики.

Преимуществом применяя авторского метода заключается в сочетании DEA-моделирования и нечеткой логики. Сильная сторона данного подхода

заключается в ее гибкости, способности моделировать сложные системы и интеграции с традиционными системами. В данном случае возможно разбиение на нечеткие кластеры промышленных предприятий отрасли по близким по расстоянию значениям с использованием нечеткой логики, предложенный подход является понятным и принципиально новым инструментом, применяемым в сфере повышения эффективности производственных процессов.

На первом этапе DEA-методология и позволит руководству предприятия принять обоснованное управленческое решение по дальнейшему развитию компании. Внедрены модели повышения эффективности производства с использованием цифровых технологий, что обеспечивает высокую эффективность планирования и управления производством, минимизируют ошибки персонала, реализация разработанных в диссертации моделей и положений сокращает время производства готовой продукции на 4-5 %.

Внедрение разработанных автором метода и моделей оценки технической эффективности предприятий отрасли в вопросах цифровизации методом DEA-моделирования и технологий линейного программирования на предприятиях отрасли позволяет обеспечить эффективное управление ресурсами и сократить затраты на производство на 7 % (расчёты проводились по данным АО «Салют», ЗАО НПП «АНА» и др.). В результате расчётов были выявлены лидеры отрасли, которые расположились в Кластере 3 и 4, где соответственно определена высокая и средняя техническая эффективность, также автором даны конкретные рекомендации по дальнейшему развитию предприятий и повышению эффективности организации производственных процессов. Разработана методика экспертной оценки результативности производственного менеджмента в аспекте цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности в сравнении с другими методами. Результаты исследований в рамках четвертой главы опубликованы автором в статьях [155,157,159,160,161,162,163,164,169,172,173,182,183,186,187,188,189,190].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационном исследовании решена актуальная проблема повышения эффективности производственного менеджмента предприятий отрасли на основе разработанных методов и моделей, сетецентрического подходами информационно-аналитической системы поддержки принятия решений в процессе цифровой трансформации. Достигнута цель и решены все поставленные задачи.

1. Уточнены теоретические аспекты производственного менеджмента промышленного предприятия, предложено авторское определение понятия «сетцентрический подход» с учётом специфики предприятий текстильной и легкой промышленности (данная система охватывает все этапы производства — от проектирования и разработки моделей до поставки готовой продукции конечному потребителю, что позволяет создать гибкую и эффективную систему управления, способную быстро реагировать на изменения спроса, существенно сокращать затраты и повышать качество готовой продукции).

2. Исследованы существующие направления и факторы, влияющие на эффективность производственного менеджмента и обоснованы современные подходы к оценке эффективности управления и принятия решений, позволяющих минимизировать простои и ошибки (на примере фабрики детской одежды АО «Салют»).

3. Разработаны методы и модели повышения эффективности производственного менеджмента на основе сетецентрического подхода, DEA-моделирования, линейного программирования и анализа данных, позволяющие снизить себестоимость продукции на 6 %, обеспечить эффективное управление ресурсами, минимизировать простои швейного оборудования и сократить избыточные запасы на 5-7 % (расчёты проводились по данным АО «Салют»). Внедрение разработанных методов и программного обеспечения на ЗАО НПП «АНА» обеспечить эффективное управление ресурсами и снизить затраты на 7%, сократить время на подготовку, планирование и организацию производственных процессов на 9%, на разработку новой продукции на 4 %.

4. Обоснована необходимость применения инновационного менеджмента при реализации ресурсосберегающих и экологических производственных систем на основе ПЭТ-волокон из переработанного пластика и нетканых материалов на их основе. Реализация данного подхода повысит эффективность производственного менеджмента, сократит себестоимость на 8-10%, увеличит размер валовой прибыли на 8%, при производстве флекса до 30%.

5. Разработаны критерии эффективности производственного менеджмента на предприятиях текстильной и легкой промышленности с использованием современных информационных технологий, реализующие оптимальное управление активами и ресурсами промышленного предприятия в условиях цифровизации. сетцентрического подхода, который позволяет интегрировать станки, швейное оборудование и роботизированные системы в единую сеть, применение данного подхода усиливает контроль производственных процессов в режиме реального времени, что позволяет значительно скорректировать операционные показатели, снизить себестоимость на 8% (по данным АО «Салют»).

6. Предложены методы повышения эффективности принятия управленческих решений на предприятиях легкой промышленности на основе оптимизации плана выпуска швейной продукции по критерию максимума прибыли, при реализации оптимального плана производства фабрика детской одежды «Салют» получит прибыль в размере 23,2 млн. руб., тогда как существующий план позволит получить только 21,7 млн. руб., произойдет увеличение прибыли на 1,5 млн. рублей или на 7 %.

7. Спроектирована информационно-аналитическая система принятия управленческих решений на предприятиях легкой промышленности на основе анализа объективных данных, позволяющая объединить сбор и анализ данных в единую систему для повышения эффективности производственного менеджмента на предприятиях отрасли, благодаря интеграции данных между всеми информационными системами, технологами и производственным отделом, складами, бухгалтерией и другими подразделениями. Время на

подготовку новых коллекций одежды сокращается на 4-6%, что особенно важно и актуально в условиях быстрого изменения ассортимента предприятия и эффективного производственного менеджмента.

8. Разработан метод принятия решений в процессе информационно-аналитической поддержки управления производством на предприятиях отрасли на основе мониторинга и анализа поступающей информации. Реализуется контроль правильности и целостности вводимых данных, а ее сбор осуществляется с использованием специального алгоритма. Регистрация принятой системой информации оценивает риски и угрозы для предприятия, способна прогнозировать производственные показатели, финансовое положение и цены.

9. Разработаны рекомендации по оценке результативности производственного менеджмента в аспекте цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности. Проведен многофакторный анализ, апробация и внедрение разработанных методов и моделей на предприятиях отрасли, позволившие повысить эффективность производственного менеджмента, производительность оборудования, сократить затраты на производство и время на создание готовой продукции (Фабрики детской одежды АО «Салют», ЗАО Научно-производственное предприятие «АНА», ООО «Северный текстиль» и др.).

10. Разработана и прошла государственную регистрацию программа для ЭВМ (RU 2024689122, 04.12.2024) «Программный комплекс мониторинга и цифрового управления оборудованием промышленного предприятия» и даны рекомендации по использованию программы на предприятиях отрасли. Целью программного комплекса является получение актуальных и достоверных обработанных аналитических данных о состоянии и эффективности производственного оборудования, его метрики, а также показания датчиков, которые агрегируются и анализируются системой, программный комплекс позволяет решить следующие задачи: а) мониторинг состояния оборудования предприятия в различных видах визуализации; б) оперативный доступ ко всем

характеристикам станков с учётом настроек фильтрации и сортировки по различным критериям; в) ввод в систему нового оборудования и загрузка данных на сервер; г) мониторинг датчиков оборудования с возможной настройкой разноуровневых настроек; д) расчёт требуемых сквозных метрик и формирование аналитических отчётов. е) планирование и прогнозирование работы оборудования и её показателей.

11. Внедрение разработанных методов и программного обеспечения на ЗАО НПП «АНА» сократить время на подготовку, планирование и организацию производственных процессов на 9 %.

Возможности технологий имеют свои пределы, и для того, чтобы продолжать увеличивать производительность труда и улучшать эффективность, предприятиям следует инвестировать средства, освободившиеся благодаря национальному проекту, в технологическое развитие, цифровизацию и автоматизацию производственных и других бизнес-процессов. Концепция устойчивого развития акцентирует внимание на важности модернизации и развития промышленных предприятий отрасли в условиях ограничений и санкционного давления западных стран. Концепция устойчивого развития акцентирует внимание на важности модернизации и развития промышленных предприятий отрасли в условиях ограничений и санкционного давления западных стран.

Современные информационные технологии, цифровизация производства на основе промышленного интернета вещей, машинного обучения, и искусственного интеллекта становятся основными источниками для принятия оперативных решений при управлении производством. Эффективность научных результатов подтверждена актами и справками о внедрении на ведущих предприятиях отрасли, что позволило добиться поставленной цели и решить все поставленные задачи.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ (ред. от 12.12.2023) «О промышленной политике в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024) // «Собрание законодательства РФ», 05.01.2015, № 1 (часть I), ст. 41.
2. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // «Собрание законодательства Российской Федерации», 27.07.2020, № 30, ст. 4884.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 02.03.2019 № 234 (с изменениями от 13.05.2022) «О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» // «Собрание законодательства Российской Федерации», 18.03.2019, № 11, ст. 1119.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.03.2019 № 377 (с изменениями от 17.01.2024) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» // «Собрание законодательства Российской Федерации», 15.04.2019, N 15 (часть III), ст. 1750.
5. Авдеева И.Л. Потенциал цифровой экономики для роста банковского сектора в России // Среднерусский вестник общественных наук. – 2017. – Т. 12. – № 5. – С. 69-81.
6. Авдеева И.Л. Управление интегрированными образовательными структурами в условиях цифровизации экономических процессов // Проблемы цифровой экономики: создание комфортной городской среды. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2020. С. 20-23.
7. Адаменко А.А., Михалев И.И., Горяинов В.В. Современные тенденции цифровой трансформации управления экономическими системами различных уровней // Вестник Академии знаний. 2022. Вып. 6 (53). С. 399-403.
8. Акбердина В.В., Пьянкова С.Г. Методологические вопросы цифровой трансформации в промышленности // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. Вып. 1. С. 292–309.

9. Алексеев Д.И. Инновационная стратегия Российской Федерации: возможности роста промышленного сектора с учетом внедрения сквозных технологий. // Право и политика. 2019. № 6.
10. Амелин С.В., Щетинина И.В. Организация производственных процессов в условиях цифровой экономики // Организатор производства. – 2018. – Т. 26. – № 4. – С. 7-18.
11. Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н. Развитие цифровой экономики в России: суть, характеристики, техническая нормализация, проблемы роста // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10. № 3. С. 9 - 25.
12. Бауэр В. П., Ерёмин В. В., Смирнов В. В. Цифровые платформы как средство преобразования мировой и российской экономики в период 2021–2023 годов // Экономика. Налоги. Право. 2021. № 1. С. 41–47.
13. Бахтеев Д. В. Компьютерное зрение и распознавание образов в области криминалистики // Российское право: образование, практика, наука. – 2019. № 3. С. 66–74.
14. Башкатова А. Предприятия не выдерживают зарплатную гонку. – 2023 [Электронный ресурс] URL: [https://www.ng.ru/economics/2023-10-24/1\\_8860\\_stimulus.html?ysclid=ltv8ti53x913297064](https://www.ng.ru/economics/2023-10-24/1_8860_stimulus.html?ysclid=ltv8ti53x913297064) (дата обращения 02.03.2025).
15. Белгородский В.С. Применение искусственного интеллекта для оценки качества готовой текстильной продукции. / В.С. Белгородский, М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, Ю.В. Рогожина // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 2(398). С. 168–177.
16. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2017 г. № 382-13 О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности" и признании утратившим силу распоряжения Правительства Российской Федерации от 1 августа 2014 г. № 1447-р.
17. Белясов И.С., Морозов Р.В. Увеличение эффективности бизнес-процессов в легкой промышленности через создание смарт-предприятий. В

сборнике: Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2020). Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, посвященной юбилейному году в ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина". – 2020. – С. 237-241.

18. Зяблицкая Н.В., Султыгов М.М. Цифровизация экономики и ее влияние на управленческие процессы российских предприятий // Финансовая экономика. №6. 2018 г., С. 54-55.

19. Буга А.В., Зубова Л.В., Зубов А.О., Елацков А.Б., Мисько О.Н., Литвиненко А.Н., Куклина Е.А., Ионова Л.В. // Методология экономической науки // Монография / Санкт-Петербург, 2025. С.275.

20. Бодрунов С.Д. Российская экономическая система: будущее высокотехнологичного материального производства // Экономическое возрождение России. 2014. № 2(40). С. 5-16.

21. Борисова В.В., Демкина О.В., Савин А.В. Риски, связанные с цифровизацией промышленных предприятий // Инновации и инвестиции. – 2019. – Вып. 12. – С. 294–297.

22. Веселовский М.Я. Улучшение государственной поддержки отечественных компаний // Вопросы региональной экономики. – 2012. – Вып. 2 (11). С. 78-82.

23. Гавренкова В.И., Козловская А.И. Организация производственных процессов в промышленности. Конспект лекций. – Владивосток: Издательство ВГУЭС, 2009. 100 с.

24. Гафаров Ф.М., Галимянов А.Ф. Искусственные нейронные сети. – Казань: Издательство КГУ. 2018. 121 с.

25. Гетманцева В.В. Создание методики для разработки индивидуализированной детской одежды / В.В. Гетманцева, М.Д. Копылова // Костюмология. 2022. Т. 7. № 3.

26. Гетманцева В.В., Андреева Е.Г. Обобщенная модель процесса параметрического проектирования одежды // В сборнике научных трудов

Международного научно-технического симпозиума «Современные задачи инженерных наук». – Москва: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2017. С. 86–90.

27. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Рогожина Ю.В., Чистякова А.И. Автоматизированный отбор моделей швейных изделий к запуску в массовое производство // Территория новых возможностей. 2021. №1. Том13. С.152-162.

28. Гловели Г. Д. Экономика труда и управление персоналом / Под редакцией О. В. Кучмаевой. Москва: Юрайт, 2024. – 332 с.

29. Голуб А. Искусственный интеллект в модной индустрии / А. Голуб. – Москва: Дискурс, 2019. 352 с.

30. Гомола А.И., Жанин П.А., Кириллов В.Е. Экономика для профессий и специальностей в области социально-экономических наук: Практическое руководство. Москва: Academia, 2019. 144 с.

31. Гордеев Д.В. Использование машинного зрения для выявления и обнаружения поверхностных дефектов сварных швов // *Juvenis scientia*. – 2018. – Вып. 3. – С. 4–6.

32. Горемыкин В.А. Энциклопедия бизнес-планов: методология разработки / В.А. Горемыкин. - Москва: Ось-89; 2-е издание, переработанное и дополненное, 2021. 919 с.

33. Гринберг, А.С. Информационные технологии моделирования процессов управления экономикой / А.С. Гринберг, В.М. Шестаков. Монография - Москва: Юнити-Дана, 2019. 399 с.

34. Гусева М.А. О будущем цифровой моды для полных женщин / М.А. Гусева, А.С. Шаршова, Е.Г. Андреева // *Костюмология*. 2023. Т. 8. № 2.

35. Гусева М.А. Программно-аппаратный комплекс *GarmentScanner* для цифрового контроля качества швейной продукции / М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, Ю.В. Рогожина // *Дизайн и технологии*. 2022. № 89(131). С. 36–46.

36. Гусева М.А., Белгородский В.С., Андреева Е.Г., Чистякова А.И. Автоматизация выбора новых моделей одежды для массового производства // Свидетельство о регистрации базы данных 2021620005, 11.01.2021. Заявка № 2020622781 от 23.12.2020.

37. Гусева М.А., Рогожина Ю.В., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Глебова Т.Г. Цифровые измерительные шкалы для контроля качества швейных изделий // Свидетельство о регистрации базы данных 2020622292, 16.11.2020. Заявка № 2020622191 от 09.11.2020.
38. Дворецкий Н. Системы машинного зрения в фармацевтическом секторе // Control engineering Россия. Серия Автоматизация в фармакологии. – 2018. – № 5(77). С. 65–69.
39. Дихтер И.Г., Шнайдер. Технологический маркетинг / Шнайдер И.Г., Дихтер. – Москва: «Янус-К», 2003. 478 с.
40. Дроговоз П.А., Чемезов С. В., Турко Н. И., Куликов С. А. Эволюция системы стратегического менеджмента интегрированных структур ГК «Ростехнологии» на основе концепции сетцентричности // Проблемы стратегического менеджмента и механизмы военно-гражданской интеграции в высоких технологиях: Сборник научных статей. – М.: ЦОП АВН, 2011. С. 93.
41. Дятлов Е.И. Анализ машинного зрения (обзор) // Информационные и телекоммуникационные технологии. 2013. № 2. С. 32–40.
42. Егорова А.А., Тебекин А.В. Цифровая экономика как фактор экономического роста. // Журнал экономических исследований. 2019. Т. 5. № 6. С. 3–9.
43. Емельянов С.В., Олейник А.Г., Попков Ю.С., Путилов В.А. Информационные технологии в региональном управлении. – М.: Едиториал УРСС, 2004. 400 с.
44. Ермишин Е.Г. Основы экономической теории. – Таганрог: Издательство ТГУ, 2008. С. 61.
45. Ефремов А.Ю., Максимов Д.Ю. Что подразумевается под сетцентрической системой управления? // Материалы третьей российской конференции с международным участием «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения». – Москва: ИПУ РАН, 2012. С. 159–161.

46. Ефремов С.Е. Сборник таблиц для расчета заработной платы работников и служащих / С.Е. Ефремов. - Москва: Томск: Томский университет, 2019. 227 с.
47. Ештокин С.В. Сквозные технологии цифровой экономики как элемент формирования технологического суверенитета государства // Вопросы инновационной экономики. 2022. Том 12. № 3. С. 1301–1314.
48. Жид Ш., Рист Ш. История экономических теорий с добавлением очерка о экономических учениях древности и средневековья, составленного профессором Хэнеем / профессора Ш. Жид и Ш. Рист; авторизованный перевод Виктора Серезникова и М. Розенфельд; под редакцией профессора В. Ф. Тотомианца. – 2-е издание. – Москва: Свобода, 1918. XVI, 464 с.
49. Жирабок А.Н. Исследование наблюдаемости и управляемости нелинейных динамических систем с использованием линейных методов // Известия РАН. Теория и системы управления. 2010. №1. С. 10-17.
50. Иващенко И.Н. Этапы разработки школьного сарафана повышенной комфортности для девочек с избыточной массой тела / И.Н. Иващенко, В.В. Гетманцева, О.А. Зимина // Костюмология. 2023. Т. 8. № 1.
51. Индикаторы цифровой экономики: 2019: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др. – Москва: НИУ ВШЭ, 2019. 248 с.
52. История экономических теорий / под редакцией В. Автономова, О. Ананьина, Н. Макашевой. – Москва: Инфра - М, 2010. 784 с.
53. Казанский Н.Л., Попов С.Б. Система технического зрения для регистрации железнодорожных составов на основе распределенных технологий // Компьютерная оптика. 2012. том 36. № 3. с.419–428.
54. Как происходит цифровизация легкой промышленности в 2024 году [Электронный ресурс] URL: <https://skolkovo-resident.ru/cifrovizaciya-legkoj-promyshlennosti/?ysclid=lvove0wfrw284901417> (дата обращения 24.02.2025).
55. Каляев И.А., Капустян С.Г., Гайдук А.Р. Самоорганизующиеся распределенные системы управления для групп интеллектуальных роботов,

основанные на сетевой модели // Сетевые модели в управлении. – М.Эгвес, 2011. С. 57-89.

56. Куклина Е.А., Ульзетуева Д.Д. Развитие подходов к анализу ключевых финансовых метрик предприятия // В сборнике: Проблемы и пути социально-экономического развития: город, регион, страна, мир. Материалы XVI Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2025. С. 70-72.

57. Капустина Л. М., Кондратенко Ю. Н. О понятии «умного предприятия» в контексте цифровой экономики // Вопросы управления. 2020. № 4. С. 33–43.

58. Килимова А.Д. Оптимизация производственных процессов в швейной отрасли (цифровизация в легкой промышленности) / А.Д. Килимова, М.А. Труевцева // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2019. Вып. 3. С. 37–43.

59. Килимова А.Д. Изменения в производстве легкой промышленности в контексте перехода к цифровой экономике // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2022. Т. 24. Вып. 2. С. 42–47.

60. Лапушкин И.И. Создание механизма управления структурой процессов в проектных организациях: диссертация ... на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Москва, 2014. 152 с.

61. Макаренко А. В. Основы сетецентрических информационно-управляющих систем // Конструктивная кибернетика. Исследования. Разработки. Консалтинг. 2010. [Электронный ресурс] URL: <http://www.rdcn.ru/estimation/2010/03042010.shtml> (дата обращения 03.08.2024);

62. Макаренко С.И. Подавление сетецентрических систем управления под воздействием радиоэлектронных информационно-технических средств // Системы управления, связи и безопасности. 2017. №4. С. 15-59. [Электронный ресурс]. URL://sccs/intelgr.com/archive/201704/02Makarenko.pdf. (дата обращения 25.07.2025).

63. Маковецкий М.Ю., Череповецкий П.С. Экономическое развитие России в условиях санкционной политики против страны // Актуальные вопросы развития экономики. Материалы международной научно-практической конференции. Под редакцией В.В. Карпова и А.И. Ковалева; Омский филиал Финансового университета при Правительстве РФ. 2015. С. 45-50.
64. Маслобоев А.В. Модель и технологии для поддержки принятия решений в контексте сетецентрического управления безопасностью регионов // Надежность и качество сложных систем. 2019. Вып. 2 (26). С. 43-59.
65. Маслобоев А.В. Мультиагентные технологии для информационной поддержки сетецентрического управления безопасностью на уровне регионов // Информационно-технологический вестник. 2018. Вып. 2 (16). С. 92–102.
66. Маслобоев А.В. Использование системной динамики в разработке мультиагентных систем для поддержки принятия решений // Информационные системы и технологии. 2019. Вып. 1 (111). С. 37–45.
67. Маслобоев А.В. Система поддержки принятия решений в условиях кризисов на региональном уровне // Информационные ресурсы России 2017. Вып. 4 (158). С. 25–32.
68. Маслобоев А.В., Путилов В.А. Измерение информационных аспектов региональной безопасности в Арктическом регионе. – Апатиты: КНЦ РАН, 2016. 222 с.
69. Микрюков А. А. Парадигма сетецентрического управления предприятием и особенности ее реализации // Инновации и инвестиции. 2019. №5. С. 75-79.
70. Морковкин Д.Е. Стратегические аспекты инновационного преобразования реального сектора экономики России в условиях импортозамещения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2015. №9-10. С.19-23.
71. Морозов Р.В., Белясов И.С. Анализ современных тенденций развития промышленности под влиянием технологий цифровой экономики. // Журнал экономических исследований. – 2020. – Т. 6. – № 4. – С. 19-33.

72. Морозов Р.В., Белясов И.С. Обоснование подходов к выбору стратегий цифрового развития предприятий легкой промышленности // Журнал исследований по управлению. – 2020 [Электронный ресурс] URL: <https://vestnikspbmvdr.ru/ru/nauka/journal/rubric/2432/view> (дата обращения 20.10.2024).

73. Наимова Д.Н. Этапы технологического процесса производства швейных изделий // Молодой ученый. 2016. № 9 (113).

74. Немцев Н.С. Метод повторной идентификации модели транспортного средства по его изображению // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 4. С. 722–729.

75. Никитин А.А., Левин Ю.А. «Индустрия 4.0»: концептуальные аспекты цифровизации в легкой промышленности // Инновации и инвестиции. 2019. № 1. С. 3–5.

76. Никитин, М.Ю. Нейросетевая модель распознавания лиц в видеопоследовательности с оценкой полезности кадров / М.Ю. Никитин, В.С. Конушин, А.С. Конушин // Компьютерная оптика 2017. Т. 41 № 5. С. 732–742.

77. Никонорова А.В. Информационные технологии как инновационный инструмент для повышения экономической эффективности // Транспортное дело России. 2015. №6. С. 50-52.

78. Никонорова А.В. Применение мобильного маркетинга в качестве средства для увеличения объема продаж // Маркетинг в России и за рубежом. – 2010. № 4 С. 18-222.

79. Никонорова А.В. Цифровизация экономики и её воздействие на государственное управление // Экономика и предпринимательство. 2017. № 5 (106). С. 213–216.

80. Обухов А.В., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Способы автоматического распознавания автомобильных номеров // Вестник Чувашского университета. 2016. № 3. С. 201–208.

81. Омаров М.М., Афанасьева Е.С. Использование цифровых технологий в качестве маркетингового инструмента для выявления

возможностей предприятия в стратегическом плане // Известия Международной академии аграрного образования. 2016. № 31. С. 131–133.

82. Практика управления инновациями в новых конструкторско-технологических разработках в промышленном секторе. / Черунова И.В., Чуян А.И., Стефанова Е.Б., Стенькина М.П., Сирота Е.Н., Давыдова Ю.А., Лесникова Т.Ю., Ковалева А.А., Коринтели А.М., Черунов П.В. // Коллективная монография / Новочеркасск.

83. Орехова С.В. Создание устойчивых конкурентных преимуществ компании в рамках ресурсной концепции // Современная конкуренция. 2011. № 4 (28). С. 97-105.

84. Орлов А.И. Ошибки, возникающие при применении коэффициентов корреляции и детерминации // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. №84(3). С. 68-72.

85. Песоцкая Е.В., Селютина Л.Г., Бородунова В.В. Методологические аспекты управления конкурентоспособностью промышленных предприятий в условиях современной экономики // Kant. 2020. № 4 (37). С. 191-195.

86. Официальный веб-сайт лаборатории ПСПОД Центра НТИ СПбПУ. Проекты: Программно-аппаратный комплекс для выявления и классификации дефектов тканей. – URL: <https://spbpu.com/proekty/programmno-apparatnyj-kompleks-dlya-obnaruzheniya-i-klassifikaczii-defektov-tkanej/tech/> (дата обращения: 29.04.2024).

87. Анализ контроля качества швейной продукции / М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, Ю.В. Рогожина // Дизайн и технологии. 2022. № 89(131). С. 36–46.

88. Песоцкая Е.В., Бородунова В.В. Стратегические альянсы в управлении промышленностью // Экономика и предпринимательство. 2020. № 12 (125). С. 659-663.

89. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». – URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/> (дата обращения: 01.04.2024).

90. Паспорт федерального проекта «Цифровые технологии» (одобрен президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию и применению информационных технологий для повышения качества жизни и условий ведения бизнеса, протокол от 28.05.2019 № 9 // Официальный сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации <https://digital.gov.ru> по состоянию на 09.07.2024.

91. Список поручений по выполнению Послания Президента Федеральному Собранию (утвержден Президентом РФ 30.03.2024 № Пр-616) // Официальный сайт Президента России [Электронный ресурс] URL: <http://www.kremlin.ru> (дата обращения 01.08.2024).

92. Плотников В.А. Цифровизация производственных процессов: теоретические аспекты и будущие направления в России // «Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета». 2018. № 4 (112). С. 16-24.

93. Увеличьте уровень программирования станков с ЧПУ с помощью технологий Искусственного Интеллекта // Международный информационно-технический журнал «Оборудование и инструмент для профессионалов». Серия «Металлообработка». 2021. №3 (233). 2019. 77 с.

94. Пономарёв В.М. Способы и средства повышения безопасности и устойчивости работы железнодорожного транспорта в условиях чрезвычайных ситуаций: диссертация ... д-ра техн. наук. – Москва, 2011 416 с.

95. Попков Ю.С. Математическая демоэкономика: макросистемный подход / Ю. С. Попков. – М.: Ленанд, 2013. 560 с.

96. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического управления и регулирования. – Москва: Наука, 1989. 304 с.

97. Петров Д.В. Экономическая эффективность предпринимательской деятельности в электроэнергетике АПК : На примере потребителей электроэнергии в АПК Ставропольского края // дисс. На соискание уч. степени канд. экономических наук. 2005. 148 с.

98. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов [Электронный ресурс] URL: [https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy\\_socialno\\_ekonomicheskogo\\_razvitiya/prognoz\\_socialno\\_ekonomicheskogo\\_razvitiya\\_rf\\_na\\_2024\\_god\\_i\\_na\\_planovyy\\_period\\_2025\\_i\\_2026\\_godov.html?ysclid=ltymv2if41836671848](https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya/prognoz_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rf_na_2024_god_i_na_planovyy_period_2025_i_2026_godov.html?ysclid=ltymv2if41836671848) (дата обращения 10.03.2025).

99. Путилов В.А., Маслобоев А.В., Быстров В.В. Множество имитационных моделей для поддержки управления региональной безопасностью // Надежность и качество сложных систем. 2018. Вып. 3 (23). С. 143–158.

100. Рао С.Р. Линейные статистические методы и их использование. М.: Наука, 1968. 548 с.

101. Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 № 1315-р «О подтверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года» (вместе с «Концепцией технологического развития на период до 2030 года») // «Собрание законодательства РФ», 29.05.2023, № 22, ст. 3964.

102. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р «О подтверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации" // "Собрание законодательства РФ", 07.08.2017, № 32, ст. 5138. (утратил силу).

103. Рискоориентированная концепция адаптации промышленных предприятий к условиям цифровой экономики: монография / Л.В. Юрьева, Е.В. Долженкова. – Нижний Тагил: Изд-во УрФУ, 2019. 100 с.

104. Рогожин А.Ю. Имитационная модель процесса формообразования поверхности одежды / Рогожин А.Ю., Гусева М.А., Андреева Е.Г. // Дизайн и технологии. 2017 № 63. С. 47–57.

105. Репин В.В. Оценка зрелости системы управления бизнес-процессами // Открытые системы. СУБД. 2020. № 01. [Электронный ресурс] URL: <https://www.osp.ru/os/2020/01/13055351#1> (Дата обращения: 21.04.2022 г.).

106. Родин Д. В. «Жесткий» и «Мягкий» подходы к управлению человеческими ресурсами организации // Вестник ВУиТ. 2015. №3 (34).

107. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учебное пособие для высших учебных заведений / под редакцией В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. М.: Высшая школа, 2004. 616 с. Ивахненко А.Г. Системный анализ: учебное пособие для студентов вузов. Курск: Курский государственный технический университет, 2008.134 с.

108. Сквозные технологии цифровой экономики cross-cutting technology end-to-end technology [Электронный ресурс] URL: <https://clck.ru/39VteV> (дата обращения 04.03.2025).

109. Смирнов Е.Е. Распознавание вида одежды и обуви по изображению / Е.Е. Смирнов, В.В. Костылева, И.Б. Разин [и др.] // Костюмология. 2023. Т 8. № 1.

110. Современные проблемы регионального управления проектами: отраслевой аспект: коллективная монография / Борисова О.А. [и др.]. – М.: Издательство «Научный консультант», 2016. 168 с.

111. Социально-экономическое положение России. 2023 [Электронный ресурс] URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Dok\\_12-2023.htm](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Dok_12-2023.htm) [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Dok\\_12-2023.htm](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Dok_12-2023.htm) (дата обращения 20.03.2025).

112. Сторублев М.Л., Анিকেева О.В., Ивахненко А.Г. Модель оценки временной гибкости процессов интегрированных систем менеджмента с целью обеспечения их управляемости // Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. №5. С. 141-147.

113. Структура валового внутреннего продукта Китая [Электронный ресурс] URL: <https://www.stats.gov.cn/sj/nds/2023/indexeh.htm> (дата обращения 20.03.2024).

114. Сулима Е.П., Головина Т.А. Эффективное управление безопасностью персональных данных как ключевой фактор развития цифровых экосистем // Современные тенденции в менеджменте и государственном управлении. Материалы всероссийской научно-практической конференции. 2021. С. 320-327.

115. Сыщикова Е.Н. Условия и факторы повышения производственной эффективности // Международный научно-исследовательский журнал 2015. № 8 (39). Ч. 1. С. 82–88.

116. Тебекин А.В. Промышленная политика и стратегии эффективного роста промышленных предприятий в условиях постиндустриальной экономики. Научная монография / А.В. Тебекин, В.С. Петров. — Москва: Русайнс, 2018. 106 с.

117. Тебекин А.В., Морозов Р.В., Белясов И.С. Задачи улучшения механизмов работы хозяйственных образований в легкой промышленности с использованием технологий цифровой экономики // Маркетинг и логистика. 2018. № 4 (18). С. 63–74.

118. Тебекин А.В., Тебекин П.А., Егорова А.А. Исследование перспектив развития национальной экономики при внедрении сквозных цифровых технологий // Журнал экономических исследований. 2020. № 6 (4). С. 3–18.

119. Тебекин, А.В. Стратегический менеджмент: учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Тебекин. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. 333 с.

120. Токарева М.С., Вишневецкий К.О., Чихун Л.П. Влияние технологий Интернета вещей на экономику // Бизнес-информатика. 2018. Вып. 3 (45). С. 62–78.

121. Тихомирова О.Г. Сетецентрическая модель формирования, развития и управления социально-экономическими системами // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 3. С. 109-114. URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=2748> (Дата обращения: 07.01.2025).

122. Финансовая сфера: Учебное пособие / под ред. В.В. Ковалева. - Москва: Велби; 2-е издание, переработанное и дополненное, 2020. 512 с.

123. Конкурентные преимущества российских компаний в условиях экономической нестабильности: монография / М. Я. Веселовский и др.; под редакцией М. Я. Веселовского, И. В. Кировой; Государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования Московской области, Технологический университет.– Москва: Научный консультант. 2017. 274 с.

124. Форрестер Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер. – Москва: Наука, 1978. 165 с.

125. Фридман А. Я. Ситуационное управление в структуре промышленно-природных систем. Методы и модели. – Саарбрюккен, Германия: LAP, 2015. 530 с.

126. Цифровая трансформация промышленных компаний в условиях инновационной экономики. Монография / Под редакцией доктора экономических наук М.Я. Веселовского и кандидата экономических наук Н.С. Хорошавиной. – Москва: Мир науки, 2021. 296 с.

127. Цифровизация, промышленный интернет вещей и Индустрия 4.0. [Электронный ресурс]: URL: [https://neftegaz.ru/tech\\_library/view/5098-Tsifrovizatsiya-promyshlennyy-internet-veschey-i-Industriya-4.0](https://neftegaz.ru/tech_library/view/5098-Tsifrovizatsiya-promyshlennyy-internet-veschey-i-Industriya-4.0); Промышленный интернет вещей – IIoT [Электронный ресурс]: URL: <http://www.tadviser.ru> (дата обращения 11.04.2024);

128. Цыгичко В.Н., Черешкин Д.С., Смолян Г.Л. Безопасность критически важных инфраструктур. – Москва: УРСС, 2019. 200 с.

129. Чернавский Д.С. Синергетика и информация (динамическая теория информации). – Москва: Едиториал УРСС, 2004. 288 с.

130. Чибисов С.И. Экономический расчет в гостиничном бизнесе / С.И. Чибисов. - Москва: Стройиздат, 2023. 138 с.

131. Шабалкина А.А. Важность внедрения ERP-систем на российских предприятиях // Научно-практический журнал «Аллея Науки». 2018. Вып. 3(19). С. 498–501.

132. Шаблаков А.Д. Интегрированные цифровые технологии и их использование в промышленности // Умные технологии в современном мире: материалы V Всероссийской научно-практической конференции, 22–23 ноября 2022 г. / под ред. И.А. Соловьевой, Е.Д. Вайсман. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2022. Т. 1 С. 178–185.

133. Шендрикова О.О., Елфимова, И.Ф. Анализ процессов цифровизации в промышленных компаниях // Организатор производства. 2019. Т. 27. № 1. С. 16-24.
134. Шиков П.А. Создание концепции повышения эффективности работы предприятий легкой промышленности через разработку информационных систем для мониторинга производственных процессов: дис. ... д.тех. наук. – Санкт-Петербург, 2022. 441 с.
135. Alberts D.S., Garstka J.J., Stein F.P. Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority. 2nd Edition (Revised). – US Department of Defense, C4ISR Cooperative Research Program Publications Series, 2001. 292 p. [Электронный ресурс] URL: [http://www.dodccrp.org/files/ Alberts\\_NCW.pdf](http://www.dodccrp.org/files/Alberts_NCW.pdf) (дата обращения 14.08.2024).
136. Colombo P., Sagert R. Enabling Industry 4.0 Transformation Through Edge Computing URL: <https://blog.se.com/power-management-metering-monitoring-power-quality/2020/11/20/enabling-industry-4-0-ransformation-through-edge-computing/> (дата обращения 25.02.2024 года)
137. Dai W. Very deep convolutional neural networks for raw waveforms / W. Dai, C. Dai, S. Qu, J. Li, S. Das // Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing. 2017. P. 421–425.
138. Davenport T. H., Westerman G. Why so many high-profile digital transformations fail // Harvard Business Review. 2018. Т. 9 С. 15.
139. De Silva R.K., Rupasinghe T.D., Apeageyi P. A collaborative apparel new product development process model using virtual reality and augmented reality technologies as enablers // International Journal of Fashion Design, Technology and Education. - 2019. - Vol. 12. Is. 1. P. 1–11.
140. Endsley M.R. Final Reflections: Situation Awareness Models and Measures // Journal of Cognitive Engineering and Decision Making. 2015. Vol. 9. № 1. P. 101–111.

141. Li J. Fitting 3D garment models onto individual human models / Li J., Ye J., Wang Y., Bai L., Lu G. // *Computers and Graphics*. 2010. Vol. 34. Is. 6. P. 742–755.
142. Nazil P., Darshan K., Ishan B. An overview on template matching methodologies and its applications // *International Journal of Research in Computer and Communication Technology*. 2013. Vol. 2. No. 10. P. 988–995.
143. Rogozhina, Iu. Garment Production Quality Evaluation Using Machine Vision. / Iu. Rogozhina, M. Guseva, E. Andreeva // *Proceeding of the International Science and Technology Conference "FarEastCon 2021". "Smart Innovation, Systems and Technologies"*. Springer, Singapore. 2022. vol. 275. P. 309–318.
144. Simon H.A. *The new science of management decision* / H. A. Simon. – Prentice-Hall, 1977. 175 p.
145. Steger C., Ulrich M., Wiedemann C. *Machine Vision Algorithms and Applications*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH. 2018. 516 p
146. TADVISER. Государство. Бизнес. Технологии [Электронный ресурс] URL: <https://www.tadviser.ru/> (дата обращения 01.03.2024).
147. *The Digital Economy in 5 Minutes* [Электронный ресурс]: URL: <https://www.forbes.com/sites/koshagada/2016/06/16/what-is-digital-economy/#1268bfl7628> (дата обращения 11.02.2025)
148. Tricoire Jean-Pascal *The Rise of the Extended Enterprise in Today's Digital* URL: <https://blog.se.com/energy-management-energy-efficiency/2018/07/13/the-rise-of-the-extended-enterprise-in-todays-digital-economy/> (дата обращения 20.02.2025 года)
149. Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features // *Proceedings of Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2001. Vol. 1. P. 511–518.
150. Voltaire M. De. *The Philosophical Dictionary (Classic Reprint)*. –NY, 2015. – 392 p.; *The Oxford Dictionary of Philosophy (Oxford Paperback Reference)*. – Oxford University Press, 2008. –416 p.

151. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems. Second Edition. – John Wiley & Sons, 2009. – 484 p.
152. Yuan M., Khan I.R., Farbiz F., Yao S., Niswar A. A mixed reality virtual clothes tryon system // IEEE Transactions on Multimedia. 2013. Vol. 15. No. 8. - P. 1958–1968.
153. Микрюков А. А. Парадигма сетцентрического управления предприятием и особенности ее реализации // Инновации и инвестиции. 2019. №5. С. 75-79.
154. Национальная технологическая инициатива (НТИ) 2035 [Электронный ресурс] URL: <https://nti2035.ru/> дата доступа 17.03.2025)
155. Шиков Ю.А. Оценка эффективности цифровизации предприятий текстильной и легкой промышленности на основе dea-моделирования // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии. 2024. № 4. С. 58-64.
156. Попов Н.К., Шиков П.А., Шиков Ю.А. Оценка экономической эффективности на различных стадиях реализации инновационного проекта в процессе цифровой трансформации промышленного предприятия // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии. 2024. № 1. С. 82-92.
157. Popov N., Shikov P., Gorlanov A., Stetsura M., Shikov Yu. Ensuring sustainable development of enterprises based on lean production methodologies and six sigma // В сборнике: E3S Web of Conferences. 2023. С. 09036.
158. Шиков П.А., Никитина Л.Н., Шиков Ю.А. Применение сетевого моделирования при оптимизации производственных процессов на предприятиях легкой промышленности // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 5-1. С. 119-126.
159. Shikov P.A., Nikitina L.N., Salamatova A.N., Atal S., Shikov Yu.A. Creating resource-saving and environmental production systems based on the production of pet fibers from recycled plastic // Components of Scientific and Technological Progress. 2022. № 7 (73). С. 17-22.

160. Shikov P.A., Vlasov M.P., Nikitina L.N., Shikov Yu.A. Organizational problems of creating a production company and the ways of their solution // Components of Scientific and Technological Progress. 2022. № 6 (72). С. 6-14.

161. Шиков П.А., Ермин Д.А., Шиков Ю.А. Принятие организационно-технических решений при управлении предприятием легкой промышленности // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии. 2022. № 4. С. 39-45.

162. Nikitina L.N., Bogdanov A.I., Shikov P.A., Flyagina T.A., Shikov Y.A. Method and model for enchancing efficiency of chemical fiber use in textile industry // Fibre Chemistry. 2021. 52, 330–336 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10692-021-10207-z>

163. Никитина Л.Н., Шиков П.А., Шиков Ю.А., Зрелова А.Л. Основные подходы к повышению эффективности управления персоналом предприятия легкой промышленности // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 12-1. С. 73-77.

164. Nikitina L.N., Yuan C., Shikov P.A., Shikov Y.A. Directions of stimulation of innovative development of light industry enterprises based on use of chemical fibers // Fibre Chemistry. 2020. Т. 52. № 3. pp. 214-218. <https://doi.org/10.1007/s10692-020-10183-w>

165. Шиков П.А., Шиков Ю.А., Шенберг Л.С. Развитие коммуникативной политики с целью повышения эффективности аутсорсинговой компании сферы услуг // Региональные проблемы преобразования экономики. 2020. № 3 (113). С. 32-40.

166. Шиков П.А., Шиков Ю.А. Метод улучшения стратегии экономического развития предприятия сферы услуг на базе разработки и внедрения инновационного проекта // Вестник Академии знаний. 2020. № 36 (1). С. 281-286.

167. Shikov P., Shikov Y. Improving marketing activities of small enterprises that produce building materials // MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01016.

168. Nikitina L., Shikov P., Shikov Y., Bakanova A., Shikov A. Recommended system of personalized corporate e-learning based on ontologies // MATEC Web of Conferences. 2018. С. 05074.

169. Кулакова Ю.В., Шиков Ю.А., Сулейман А.Э. Анализ развития цифровых технологий в текстильной и легкой промышленности // В сборнике: Перспективы и тенденции развития менеджмента в XXI веке в сложных экономических условиях. электронный сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 128-131.

170. Шиков П.А., Стецура М.А., Шиков Ю.А., Рощина О.В. Безопасное и эффективное использование it-технологий в молодежной среде в условиях развития цифровой экономики // В сборнике: Перспективы и тенденции развития менеджмента в XXI веке в сложных экономических условиях. Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию факультета "Экономика и менеджмент". Санкт-Петербург, 2023. С. 270-275.

171. Шиков П.А., Логинов П.О., Шиков Ю.А. Особенности оценки уровня зрелости управления производственными бизнес-процессами // Сборник III Региональной научно-практической конференции с международным участием «Экономическая безопасность: опыт, проблемы, перспективы» Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2022. С. 100-106.

172. Шиков П.А., Шиков Ю.А., Крайкина Е.А., Касумова Н.М.К. Применение методов экономико-математического моделирования для прогнозирования параметров развития легкой промышленности // Сборник трудов III Международной научно-практической конференции «Перспективы и тенденции развития менеджмента в XXI веке». Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2022. С. 176-180.

173. Никитина Л.Н., Шиков П.А., Шиков Ю.А. Диверсификация источников финансирования промышленного предприятия как инструмент обеспечения экономической безопасности // Материалы региональной научно-

практической конференции с международным участием «Экономическая безопасность в строительной сфере: опыт, проблемы, перспективы». Санкт-Петербург, 2020. С. 147-153.

174. Горюнова Н.Д., Шиков Ю.А. Оценка нормативных расходов по оплате труда цифровых маркетологов и разработчиков программного обеспечения // Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Финансовая грамотность в условиях цифровой экономики». 2020. С. 59-63.

175. Шиков Ю.А., Богданов А.И. Прогнозирование курсовой цены акции с помощью моделей Бокса- Дженкинса // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2020. № 2. С. 325-331.

176. Никитина Л.Н., Шиков П.А., Шиков Ю.А. Виртуальные предприятия как основа устойчивого роста цифровой экономики // Материалы Международного форума «Цифровое образование в РФ: состояние, проблемы и перспективы». 2019. С. 183-186.

177. Шиков Ю.А., Шиков П.А. Ключевые тенденции розничного инвестирования в Российской Федерации // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Финансовая грамотность - залог благополучия населения». Под редакцией М.Н. Титовой, А.И. Любименко. 2019. С. 359-363.

178. Шиков Ю.А., Шиков П.А. Молодежь как основной двигатель малого бизнеса в России // Материалы международной научно-практической конференции «Социальная активность молодежи как необходимое условие развития общества». Под редакцией Г. В. Ковалевой. 2019. С. 525-528.

179. Шиков Ю.А. Применение математических методов моделирования для совершенствования системы управления качеством обслуживания в банке // Сборник статей V Международного научно-исследовательского конкурса «Студенческие научные достижения». 2019. С. 53-59.

180. Шиков Ю.А. Источники финансирования инвестиционного проекта и анализ его экономической эффективности // Сборник статей Международного

научно-исследовательского конкурса «Научные достижения высшей школы 2019». 2019. С. 56-61.

181. Kotciuba I.I., Nikitina L.N., Shikov P.A., Shikov Y.A., Chunaev A.V., Shikov A.N. Assessment of the innovation potential of small enterprises with the use of graphs based on KPIs // Ponte. 2018. Т. 74. № 1. С. 48-57.

182. Nikitina L.N., Shikov P.A., Shikov Y.A. Methods to improve the competitiveness of small businesses // Материалы XIII международной научно-практической конференции «21 век: фундаментальная наука и технологии». 2017. С. 99-102.

183. Шиков Ю.А. Применение сетецентрического подхода при управлении производством на предприятиях текстильной и легкой промышленности // «Наука и бизнес: пути развития» №1(163) 2025. С. 205-210.

184. Коцюба И.Ю., Шиков П.А., Шиков Ю.А. Сетевая экономика и электронный бизнес // (2-е издание, дополненное) Санкт-Петербург, 2021. 112 с.

185. Никитина Л.Н., Куликова О.М., Тропынина Н.Е., Шиков П.А., Шиков Ю.А. Программа для экспертной оценки экономической стабильности предприятий // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019611679 от 01.02.2019. Заявка № 2018663701.

186. Шиков П.А., Шиков Ю.А. Программный комплекс мониторинга и цифрового управления оборудованием промышленного предприятия // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024689122 от 04.11.2024. Заявка № 2024688166.

187. Шиков Ю.А., Вансовский М.А., Шиков П.А. Внедрение нейросетевых технологий как фактор повышения эффективности управленческих решений на предприятиях малого бизнеса // Russian economic bulletin. 2025. Т. 8. № 6 (172). С. 121-129.

188. Шиков Ю.А., Богданов А.И., Никитина Л.Н., Шиков П.А. Производственный менеджмент при оптимизации плана выпуска швейной продукции по критерию максимума прибыли // Components of scientific and technological progress. 2025. №10 (112). С.74-83.

189. Демидов А.В., Шиков Ю.А. Цифровые двойники в логистике // Сборник трудов VIII Национальной научно-практической конференции «Современная экономика: глобальные тренды и приоритеты устойчивого развития», Санкт-Петербург. 2025. С. 37-44.

190. Демидов А.В., Шиков П.А., Шиков Ю.А. Проблемы управления цифровой трансформацией предприятий легкой промышленности // «Наука и бизнес: пути развития» № 11 (173), 2025. С 167-174.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**СВИДЕТЕЛЬСТВО**  
о государственной регистрации программы для ЭВМ  
**№ 2019611679**

**«Программа для экспертной оценки экономической  
стабильности предприятий»**

Правообладатели: **Никитина Людмила Николаевна (RU), Куликова  
Оксана Михайловна (RU), Тропынина Наталья Евгеньевна (RU),  
Шиков Павел Алексеевич (RU), Шиков Юрий Алексеевич (RU)**

Авторы: **Никитина Людмила Николаевна (RU), Куликова Оксана  
Михайловна (RU), Тропынина Наталья Евгеньевна (RU), Шиков  
Павел Алексеевич (RU), Шиков Юрий Алексеевич (RU)**

Заявка № **2018663701**  
Дата поступления **30 ноября 2018 г.**  
Дата государственной регистрации  
в Реестре программ для ЭВМ **01 февраля 2019 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

 **Г.П. Ивлиев**



Копия свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019611679.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2024689122

**«Программный комплекс мониторинга и цифрового  
управления оборудованием промышленного  
предприятия»**

Правообладатели: **Шиков Павел Алексеевич (RU), Шиков Юрий  
Алексеевич (RU)**

Авторы: **Шиков Павел Алексеевич (RU), Шиков Юрий  
Алексеевич (RU)**

Заявка № **2024688166**

Дата поступления **20 ноября 2024 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **04 декабря 2024 г.**



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

Копия свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024689122.

Сравнительная характеристика понятия «Сетецентрический подход»

1.	«Сетецентрический подход — это модель управления, которая основана на достижении целей и повышении эффективности деятельности системы, её основных процессов, отдельных элементов посредством информационного взаимодействия и более эффективного использования информации в процессе функционирования системы».	Тихомирова О.Г. Сетецентрическая модель формирования, развития и управления социально-экономическими системами // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 3. С. 109-114
2.	«Сетецентрические системы управления представляют собой матричные информационно-управляющие системы, в основе которых лежит глобальная информационная взаимосвязь ее компонентов, интегрированных в единое информационное пространство».	Микрюков А.А. Парадигма сетецентрического управления предприятием и особенности ее реализации // Инновации и инвестиции. 2019. №5. С. 75-79.
3.	«При данном подходе организационная культура должна измениться от единственной, определяемой исключительно одной формой организацией (например, иерархии) к адаптивному гибриду, включающему несколько форм организаций в рамках одной организации».	Савин Л.В., Федорченко С.Н., Шварц О.К. Сетецентрические методы в государственном управлении/ М., ООО «Сам полиграфист», 2015. 146 с.
4.	«Для понимания общего процесса сетецентрической системы необходимо его разделить на некоторые составляющие. Это связано с тем, что существует много подходов и много мнений. Одни объединяют в это понятие все, что связано с информацией, техническим процессом, появлением ПЭВМ, созданием интернета. Ведь сетецентризм – это способность передачи определенного количества данных за определенное время определенному количеству потребителей».	Канчуков С. Что же такое сетецентризм, и как к нему прийти // Информационное агентство REX [Электронный ресурс] URL: <a href="https://iarex.ru/articles/44355.html">https://iarex.ru/articles/44355.html</a> (Дата обращения 25 сентября 2025 года)
5.	«Концепция «сетецентричности» жизненного цикла представляет собой новую систему взглядов на управление, ориентированную на конечный результат и достижение превосходства».	Баклашов В. И., Комаров В. А., Лахин О. И., Полончук Е. В., Скобелев П.О., Шпилевой В. Ф. Новая концепция создания интеллектуальных систем управления жизненным циклом на принципах сетецентрического управления, онтологий и мультиагентных технологий // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. №1-5. С.1296-1298.

**Рекомендации по экспертной оценке результативности производственного менеджмента в аспекте цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности**

Экспертам предлагается определить интегральный показатель результативности производственного менеджмента в аспекте цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности  $K_i$  на основе разработанного чек-листа, как функцию основных рассчитываемых показателей:

$$K_i = f(k_1, k_2, k_3, k_4)$$

где  $k_1$  – показатель цифровой трансформации при реализации стратегических планов;

$k_2$  – показатель цифровой трансформации производственных процессов;

$k_3$  – показатель цифровой трансформации в повышении эффективности взаимоотношений с заказчиками, поставщиками и клиентами;

$k_4$  – показатель цифровой трансформации процессов управления предприятием.

**Чек-лист оценки результативности производственного менеджмента в процессе цифровой трансформации предприятий текстильной и легкой промышленности**

**1. Оценка результатов цифровой трансформации при реализации стратегических планов ( $k_1$  – показатель от 0 до 25 баллов):**

- 1) Процент выручки предприятия за счет цифровой трансформации.
- 2) Процент увеличения EBITDA за счет цифровой трансформации.
- 3) Процент снижения затрат за счет цифровой трансформации.
- 4) Объем инвестиций в цифровизацию предприятия.
- 5) Процент инвестиций в цифровую трансформацию к выручке.

**2. Оценка цифровой трансформации производственных процессов ( $k_2$  – показатель от 0 до 25 баллов):**

- 1) Процент продуктов/услуг сделанных с применением цифровых технологий.
- 2) Процент цифровизированных бизнес-процессов.

**3. Оценка цифровой трансформации в повышение эффективности взаимоотношений с заказчиками, поставщиками и клиентами**

( $k_3$  – показатель от 0 до 25 баллов):

- 1) Процент выручки от продаж на цифровых площадках.

- 3) Процент активных пользователей цифровых решений (физических лиц);
- 4) Процент активных пользователей цифровых решений (юридических лиц);

#### **4. Вклад цифровизации в реализацию цифровой инфраструктуры и системы управления предприятием**

( $k_4$  – показатель от 0 до 25 баллов):

- 1) Владение персоналом цифровыми технологиями.
- 2) Использование ПО:
  - ERP-системы.
  - CRM-системы.
  - КИС-системы.
  - Бухгалтерские системы финансовых расчетов.
  - Система электронного документооборота.
  - Программное обеспечение технологических процессов.
- 3) Число инициатив цифровой трансформации, реализованных с применением искусственного интеллекта.
- 4) Доля расходов на закупку программного обеспечения и связанных с ним работ (услуг) в общем объеме расходов.
- 5) Применение на предприятии фиксированного широкополосного интернет-доступа.
- 6) Применение на предприятии облачных сервисов.
- 7) Применение на предприятии цифровых платформ.
- 8) Применение на предприятии промышленного интернета вещей.
- 9) Применение на предприятии технологий искусственного интеллекта.
- 10) Применение на предприятии цифровых двойников.
- 11) Применение на предприятии RFID-технологий.
- 12) Применение на предприятии анализа больших данных.

Акты внедрения и справки об использовании результатов диссертации



Кронверкская ул., 23  
Санкт-Петербург, 197101  
Тел: (812) 232-90-02  
Факс: (812) 233-28-98

ИНН 7813045522 КПП 781301001  
Р/с 40702810903260001955  
К/с 30101810145250000411  
ФИЛИАЛ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ»  
ВТБ (ПАО) Г. МОСКВА



**АКТ**

**о внедрении и практическом использовании результатов  
диссертационной работы Шикова Юрия Алексеевича, представленной на  
соискание учёной степени кандидата экономических наук по специальности  
5.2.6. «Менеджмент»**

Настоящий составлен в том, что результаты диссертационной работы «Разработка методов повышения эффективности производственного менеджмента предприятий текстильной и легкой промышленности в условиях цифровой трансформации» используются в производственно-хозяйственной деятельности АО «Салют» в процессе организации и управления производством в период 2022-2025 гг.

Предложенная автором информационно-аналитическая система управления производственными процессами и поддержки принятия управленческих решений в легкой промышленности на основе интеллектуальных технологий и промышленного интернета вещей позволяет оперативно управлять производственной деятельностью на различных этапах жизненного цикла.

Реализация разработанного в диссертации программного обеспечения (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024689122, 04.12.2024.) и положений позволило снизить себестоимость продукции предприятия на 8%, обеспечить эффективное управление ресурсами и оборудованием, минимизировать простои швейного оборудования и сократить избыточные запасы на 5-7 %, устранять сбои и минимизировать отходы при раскрое изделий на 11 % в швейном производстве, что обеспечило высокую эффективность планирования и управления производством.

Начальник производства

Л. Н. Андреева

Акт внедрения результатов диссертации АО «Салют»



**ПЕТРО  
ВАСТ**

192019, Россия,  
г. Санкт-Петербург,  
ул. Хрустальная, д. 27

+7 (812) 412-22-36  
www.p-w.ru

*Утверждаю*  
*Генеральный директор*  
*ООО «ПКФ «Петро-Васт»*

*Саламатова А.Н.*

*15 сентября 2025 года*

*г. Санкт-Петербург*

*Справка о практическом использовании  
результатов диссертационного исследования  
Шикова Юрия Алексеевича*

Настоящая справка составлена в том, что результаты диссертационной работы «Разработка методов повышения эффективности производственного менеджмента предприятий текстильной и легкой промышленности в условиях цифровой трансформации», представленной на соискание ученой степени кандидата экономических наук, по специальности 5.2.6. «Менеджмент» применялись в деятельности ООО «ПКФ «Петро-Васт» в процессе реализации концепции ESG (Environment, Social, Governance) при разработке бизнес-процессов и управлении организацией в период использования переработанного пластика и прочих отходов для получения химических волокон с улучшенными потребительскими свойствами.

Предложенные автором диссертационного исследования методы и инструменты на основе технологий промышленного интернета вещей и интеллектуальных технологий позволили проводить оценку качества и эффективности производственной деятельности предприятия на различных этапах жизненного цикла и доказали свою эффективность в процессе внедрения на предприятии ООО «ПКФ «Петро-Васт». Результаты диссертационного исследования подтверждают, что применение данного подхода в системе управления производственными и технологическими процессами в условиях цифровой трансформации формирует устойчивую причинно-следственную связь между повышением прозрачности управления и снижением производственных издержек на 8–10 %, что свидетельствует о его практической значимости.

Заместитель генерального директора по развитию



Усольцев М.Ю.

Акт внедрения результатов диссертации ООО «ПКФ «Петро-Васт».



ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

«АНА»

ИНН 7813015503

✉ 197198, Санкт-Петербург, Малый проспект П.С., д. 5  
E-mail: ana@ana.spb.ru

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
ЗАО НПП «АНА»

А.Б. Цегельник  
25 марта 2025 года

## СПРАВКА

### об использовании результатов диссертации

#### Шикова Юрия Алексеевича

Настоящая составлена в том, что результаты диссертационного исследования Шикова Ю.А. «Разработка методов повышения эффективности производственного менеджмента предприятий текстильной и легкой промышленности в условиях цифровой трансформации», представленного на соискание ученой степени кандидата экономических наук по научной специальности 5.2.6 «Менеджмент» применялись в качестве практических рекомендаций по управлению производственными процессами ЗАО Научно-производственное предприятие «АНА».

Результаты диссертации Шикова Ю.А. использовались на предприятии в 2021-2024 годах. Успешно прошло апробацию программное обеспечение по мониторингу и управлению производственными процессами.

Предложенные автором диссертационного исследования методы, модели цифровизации производственных процессов в текстильной и легкой промышленности на основе технологий промышленного интернета вещей, интеллектуальных технологий и сетевидного подхода доказали свою эффективность в процессе внедрения в операционную деятельность ЗАО Научно-производственное предприятие «АНА».

Данный подход эффективный и понятный инструмент при управлении производственными бизнес-процессами и принятия управленческих решений на предприятии, что позволяет уменьшить время на разработку и внедрение новых изделий на 4%, обеспечить эффективное управление ресурсами и сократить затраты на производство на 7 %, а также сократить время на подготовку, планирование и организацию производства на 9 %.

Начальник производства

Виноградов С.В.

☎ Тел./факс (812) 740-70-12, 777-89-14  
Р/с 40702810018000001315 в Ф.ОПЕРУ Бавка ВТБ (ПАО) в Санкт-Петербурге г. Санкт-Петербург  
К/с 3010181020000000704, БИК 044030704

Акт внедрения результатов диссертации ЗАО НПП «АНА».



IT TECHNOLOGIES & SOLUTIONS

ООО «Системный код»

Адрес: 198005, Санкт-Петербург, ул. Маршала Геллерова, д. 29 литера А, пом. 1 и офис 121.  
ИНН 7940087352, ОГРН 780501001, ОГРНИ 3197847095016

Платежные реквизиты:

Р/с: 40702810732000007283

П. филиал «Санкт-Петербургский» АО «Альфа-банк»

К/с: 30101810500000000786, БИК 044030786

+7(812) 566-66-34, [www.syscode.ru](http://www.syscode.ru)

Иск. № 129/11 от «10» октября 2025 г.

В диссертационный совет 99.2.143.02  
при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный  
университет промышленных технологий и дизайна»  
191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18

## АКТ

### *О внедрении результатов диссертационной работы*

*Шикова Юрия Алексеевича*

Настоящий акт составлен в том, что результаты диссертационной работы «Разработка методов повышения эффективности производственного менеджмента предприятий текстильной и легкой промышленности в условиях цифровой трансформации», представленной на соискание ученой степени кандидата экономических наук, по специальности 5.2.6. «Менеджмент» использованы в деятельности ООО «Системный код» при разработке бизнес-процессов и управлении организацией, успешно прошло апробацию компьютерное программное обеспечение для планирования работы с поставщиками, созданию баз данных и эффективному использованию информационных ресурсов.

Внедрение разработанных методов и программного обеспечения позволило снизить затраты на выпуск продукции ООО «Системный код» на 7%, а также сократить время на подготовку, планирование и организацию производственных процессов на 9 %.

Генеральный директор

ООО «Системный код»

10 октября 2025 года



/Д.С. Овсянников/



Акт внедрения результатов диссертации ООО «Системный код».